

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



**Padrões de atividade do Javali (*Sus scrofa*) em diferentes contextos
paisagísticos mediterrânicos (Centro de Portugal)**

Cláudia Robert Magro Ramos Camarinha

Mestrado em Biologia da Conservação

Dissertação orientada por:

Prof. Dr. Luís Miguel Rosalino

Prof^ª. Dra. Margarida Santos-Reis

2020

Agradecimentos

Os últimos dois anos foram anos bastante complicados da minha vida, dei por mim muitas vezes a pensar que seria que impossível chegar até aqui, no entanto, com muito esforço, dedicação e ajuda, consegui ultrapassar todos os obstáculos e atingir esta meta. Por isso, e por muito mais, quero agradecer a quem me ajudou a concluir esta etapa importante da minha vida.

Primeiramente, quero agradecer ao meu orientador Dr. Luís Miguel Rosalino, pela constante disponibilidade, compreensão e confiança depositada em mim. Para além de ter sido uma ajuda essencial para concluir todas etapas e desafios que foram surgindo ao longo destes dois últimos anos, também me ensinou que o trabalho de investigação é um trabalho conjunto e não um trabalho solitário. Quero que saiba que sem os seus ensinamentos e conselhos não teria chegado até aqui.

À professora Margarida Santos-Reis, que para além de ser um exemplo a seguir, me ajudou bastante a encontrar o meu caminho, levando-me até ao projeto onde estou inserida, e que sempre se mostrou disponível para ajudar no que fosse necessário.

À minha fantástica equipa, que me fez sentir sempre em casa, mesmo estando a 200 km de distância da mesma. Obrigada à Ana por ter sido o nosso GPS e DJ de serviço e ao Guilherme por ter sido o nosso guia de campo de plantas, e pela serenidade transmitida, que inclusive me impediu de ter um mini ataque de pânico quando furámos um pneu da pick-up, no meio do nada, ao anoitecer. Um obrigado especial à minha querida Dani, que para além de me ter feito sentir sempre bem-vinda, esteve sempre disponível para me ajudar em tudo o precisasse, tanto a nível profissional como pessoal.

À The Navigator Company pelo apoio logístico durante o trabalho de campo, disponibilizando informação digital sobre as suas áreas, bem como alojamento perto das mesmas.

Ao Gonçalo Curveira, por nos ter ajudado a trabalhar com o software digiKam, contribuindo para o tratamento inicial de dados de foto-armadilhagem e ao Guilherme Pereira por me ter ajudado a resolver um dos maiores problemas que tive nesta jornada.

Agradeço muito à minha família e amigos, que sempre me apoiaram em tudo o estava ao seu alcance, e sempre se preocuparam comigo. Um agradecimento especial à minha mãe, que apesar de ser uma chata sempre foi o meu pilar para tudo na vida, e este desafio não foi exceção. Obrigada ao meu grande amigo Jorge por me ter aturado durante os cinco anos de faculdade, sem ti nunca teria alcançado esta meta. Ao João por ter ajudado sempre nos momentos mais difíceis, motivando-me todos os dias e dando-me força para não desistir.

À Universidade de Lisboa pelo contributo para a minha formação académica, e por me ter presenteado com pessoas fantásticas, como os meus colegas e professores de mestrado.

Por último, este trabalho foi suportado financeiramente pelo projeto POCI-01-0145-FEDER-028204 financiado pelo FEDER, através do COMPETE2020 - Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI), e de fundos nacionais (OE), através da FCT/MCTES.

Resumo

O estudo do padrão de atividade de animais silvestres fornece informações fundamentais acerca da sua ecologia, comportamento e respostas fisiológicas. É também bastante útil para avaliar o impacto antropogénico em espécies ou populações que habitam em ambientes alterados. Com o aumento global da população humana, assim como, com a exploração exagerada e, frequentemente, insustentável dos recursos, as paisagens naturais têm-se vindo a alterar a um ritmo bastante elevado, transformando-se, muitas vezes, em sistemas muito artificializados, como é o caso das florestas de produção. Um bom exemplo deste tipo de transformação, é a implantação de florestas de produção de eucalipto (*Eucalyptus* spp.). Em Portugal, o eucalipto (espécie exótica de crescimento rápido) tem um elevado valor socio-económico, cobrindo, atualmente, cerca de 10% da área total continental. Tendo em conta os possíveis impactos causados por estas monoculturas, e as lacunas de informação existentes sobre as espécies afetadas por estes sistemas, é essencial obter informação e conhecimento acerca dos padrões de atividade dessas espécies nestas áreas, para que seja possível entender quais são as consequências ecológicas de habitar nestes ecossistemas, nomeadamente no nicho temporal das populações residentes. O javali (*Sus scrofa*) é uma destas espécies, estando bastante exposta a estes ecossistemas modificados. No entanto, devido à sua plasticidade adaptativa, em algumas áreas da sua distribuição parece conseguir lidar com inúmeros fatores de perturbação antrópica, alterando geralmente o seu comportamento de diurno para noturno, quando confrontado com um determinado nível de intensidade destes fatores. A fim de perceber quais os impactos das paisagens silvícolas no nicho temporal da espécie, este estudo tem como objetivos: estimar o padrão de atividade do javali em plantações de eucalipto, comparando-o com o registado em florestas de vegetação predominantemente nativa; perceber se existem alterações significativas neste padrão consoante as várias fases do ciclo de produção do eucalipto, as condições climáticas e com a variação da pressão cinegética (e.g. ocorrência de montarias) a que está sujeito. Deste modo, a recolha de dados foi realizada em oito áreas localizadas na região centro de Portugal (seis plantações de eucalipto e duas florestas predominantemente nativas, como controlo), através de câmaras de foto-armadilhagem. Os resultados confirmam que o javali apresenta uma preferência pelo período da noite em todos os contextos paisagísticos, independentemente da época do ano, do nível de intensidade de caça, ou do habitat analisado. Os eucaliptais não têm um efeito significativamente negativo no padrão temporal das populações de javali. No entanto, esta ausência necessita de ser cuidadosamente interpretada, visto que o mesmo efeito neutro poderá desaparecer quando se analisa o padrão espacial da espécie. Por outro lado, o nível de intensidade de caça, aparentemente, altera este padrão, ao contrário dos efeitos sazonais, que tal como os eucaliptais, parece não ter influência no padrão de atividade da espécie. Contudo, os resultados associados às fases do ciclo de exploração e ao nível de intensidade de caça, também têm que ser encarados com algumas reservas, dado que, em alguns casos, os dados obtidos não permitem chegar a nenhuma conclusão definitiva, permitindo apenas identificar uma tendência. O presente estudo contribui para preencher algumas lacunas acerca do padrão temporal da espécie em Portugal, em especial, em ambiente silvícola mediterrâneo. A identificação dos parâmetros temporais do uso dos eucaliptais, poderá ser um fator importante para contribuir para uma gestão sustentável destes ambientes. Esta providencia informação que poderá ser utilizada por gestores florestais para desenvolver futuras práticas, que garantam uma gestão da espécie que se coadune com as atividades florestais, nas diversas épocas e fases de exploração dos eucaliptais, com os períodos onde este ungulado está ativo, em especial na época da reprodução, que é o período onde a perturbação poderá ter efeitos mais prejudiciais para a espécie. Um exemplo de uma dessas práticas seria, reduzir a presença humana durante os períodos crepusculares (i.e., nascer e pôr-do-sol), a fim de promover a atividade da espécie nestes períodos. Outra prática seria manter alguma vegetação nos eucaliptais em fase de desenvolvimento inicial,

providenciando refúgio para que a espécie possa ficar menos exposta aos principais fatores antropogénicos existentes nestes habitats, nomeadamente, à presença humana.

Palavras-chave: Armadilhagem fotográfica, *Eucalyptus* spp., Florestas de produção, Padrão de atividade, Perturbação antrópica, *Sus scrofa*.

Abstract

Studies about activity patterns provide us important information on the ecology, behaviour and physiological responses of wild animals to environmental variations, allowing us to understand how species deal with the anthropogenic impacts and landscape changes. The global increase in human population as well as the unsustainable and overexploitation of ecosystem resources have been modifying natural landscapes at an overwhelming rate, often transforming them into artificialized systems as exotic forestry plantations. A good example of this process is the transition of natural areas into Eucalyptus production forests. In Portugal, *Eucalyptus* spp. (fast-growing exotic species) are widely distributed (cover about 10% of the total continental area) and have a high socio-economic value. Due to the undeniable impacts caused by these monocultures and the lack of information about the ecological responses of the species affected by them, it is necessary to get information about the activity patterns of these species in these man-shaped ecosystems, so that we can understand the ecological consequences of living in these ecosystems, specifically on their temporal niche. The wild boar (*Sus scrofa*) is one of those species, quite exposed to these modified ecosystems. However, due to its adaptive plasticity, in other areas of its range it seems that it is able to deal with anthropic disturbance, generally changing its behavior from diurnal to nocturnal, when confronted with a certain level of disturbance intensity. In order to understand the impacts of eucalyptus production forests on the temporal pattern of the wild boar this study aims to: estimate the activity pattern of wild boars in Portuguese eucalyptus plantations and compare it with the patterns estimated for native forests; understand if there are relevant changes in the overall pattern according to the stages of the eucalyptus production cycle, season and hunting regime. This study used camera traps to collect data in eight areas located in central Portugal (six eucalyptus plantations and two native forests). The results suggest that the wild boars prefer the night period in all landscape contexts, regardless of the time of year, hunting intensity level or the habitat. Eucalyptus plantations do not have a negative impact on the activity pattern of wild boar populations. Nevertheless, this neutral effect might disappear when we consider the occupancy patterns of the species (which need to be assessed). Moreover, the hunting intensity level apparently alters the activity pattern of this species, in contrast to seasonal influences, which seem to have no influence on this pattern. However, the results associated to the phases of the exploration cycle and to the hunting intensity level have to be interpreted with some reservations because in some cases, the selected data do not allow us to reach any definitive conclusions, only allowing us to identify trends. This study contributes to fill some gaps about the species' temporal pattern, specifically for forestry Mediterranean environments. The identification of the temporal patterns in plantations can be an important factor for a sustainable management of those landscapes. It provides us information to help forestry managers to develop future measures that preserve the species, making forest activities compatible at the different seasons and production phases, with the periods when this ungulate is more active, especially in the reproductive period when

disturbance is more deleterious to this species. Another measure would be to reduce human presence during the twilight periods to promote the activity of the species during these periods. Another measure would be to maintain some vegetation in the initial development phase of eucalyptus forests providing refuge, so that the species can be less exposed to the main anthropogenic factors that exist in these habitats, specifically to human presence.

Key words: Activity pattern, Camera-traps, *Eucalyptus* spp., Human disturbance, Production forests, *Sus scrofa*.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
1. Introdução	1
1.1 Padrões de atividade: uma importante dimensão do nicho	1
1.2 Impacto das paisagens geridas pelo homem: o exemplo do Eucaliptal	4
1.3 Javali: um ungulado generalista	4
2. Objetivos	7
3. Métodos	8
3.1 Área de estudo	8
3.1.1 Seleção dos locais de amostragem	9
3.1.2 Caracterização dos locais de amostragem	9
3.1.2.1 Áreas de vegetação nativa.....	9
3.1.2.2 Áreas de plantação de eucalipto.....	11
3.2 Definição das grelhas de amostragem	12
3.3 Foto-armadilhagem e monitorização das áreas de amostragem	13
3.4 Análise da distribuição temporal da espécie-alvo e identificação dos fatores que a determinam	14
4. Resultados	17
4.1 Esforço de amostragem e registos independentes de javali	17
4.2 Padrões de atividade	18
4.2.1 Padrão global de atividade do Javali	18
4.2.2 Padrão de atividade do javali em contextos paisagísticos diferentes	21
4.2.2.1 Padrão de atividade em eucaliptais e áreas com vegetação nativa.....	21
4.2.2.2 Padrão de atividade nas diferentes fases de crescimento dos eucaliptais	22
4.2.2.3 Padrão de atividade do javali em diferentes níveis de intensidade de caça	24
4.2.2.4 Padrão de atividade do javali em diferentes condições climáticas: época chuvosa e época seca	25
4.3 Fatores de perturbação humana	27
5. Discussão	29
5.1 Padrão de atividade geral do Javali	29
5.2 Padrão de atividade em eucaliptais e em áreas com vegetação nativa	30
5.3 Padrão de atividade nas diferentes fases de crescimento dos eucaliptais	31
5.4 Padrão de atividade a diferentes níveis de intensidade de caça	33
5.5 Padrão de atividade nas diferentes épocas do ano	34

6. Conclusão.....	35
7. Referências bibliográficas	36
8. Anexos	45

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Ciclo de produção do eucalipto em Portugal (adaptado de https://www.e-globulus.pt/biblioteca-online/dossiers/silvicultura-eucalipto-portugal).	3
Figura 1.2 - Distribuição do Javali (<i>Sus scrofa</i>), com representação da sua distribuição nativa (preto) e exótica (cinzento). Os círculos a cinzento correspondem a ilhas onde a espécie tem sido introduzida. Adaptado de Barrios-Garcia & Ballari (2012).	4
Figura 3.1 - Localização dos locais de amostragem (N=8), nos distritos de Viseu, Coimbra e Castelo Branco, e respetivos concelhos. 1- Mortágua, 2- Lousã, 3- Góis, 4- Pampilhosa da Serra, 5- Fundão, 6- Penamacor (Serra da Malcata), 7- Penamacor (Freguesia de Penamacor) e 8- Idanha-a-Nova.	8
Figura 3.2 – Localização das duas sub-áreas de estudo, que se encontram em áreas de vegetação predominantemente nativa, com representação das respetivas grelhas de amostragem de câmaras fotográficas.	10
Figura 3.3 – Localização dos seis locais de amostragem, situados em plantações de eucalipto, com representação das respetivas grelhas de amostragem de câmaras fotográficas.	11
Figura 3.4 – Fases de Crescimento dos eucaliptais: inicial, intermédia e final/pré-corte	12
Figura 3.5 - Exemplos de câmaras de foto-armadilhagem colocadas nas áreas de estudo (A- acoplada ao tronco de uma árvore; B- instalada numa estaca).	14
Figura 4.1 – Padrão de atividade do javali (<i>Sus scrofa</i>) nas oito áreas amostradas na região centro de Portugal, estimado a partir da hora das deteções efetuadas e baseado no método de densidade de Kernel, para um período de 24h. As linhas verticais representam o período do pôr (azul) e do nascer do sol (vermelho) (variação destes períodos entre o primeiro e o segundo período de amostragem). As linhas na base representam a hora a que cada fotografia foi obtida.	18
Figura 4.2 - Padrão de atividade do javali em dois habitats distintos (eucaliptais e áreas de vegetação predominantemente nativa), obtido através do método de densidade de Kernel.	21

Figura 4.3 - Sobreposição entre os padrões de atividade nos dois tipos de habitats: eucaliptais e nativos. A zona a cinzento corresponde à área de sobreposição entre os diferentes padrões de atividade.....	22
Figura 4.4 - Padrões de atividade da espécie-alvo, estimados através do método de densidade de Kernel, nas três fases de crescimento existentes no ciclo comercial de produção dos eucaliptais: fase inicial, fase intermédia e fase adulta.....	23
Figura 4.5 – Sobreposição dos padrões de atividade do javali das três fases de crescimento existentes na exploração dos eucaliptais. i) entre a fase inicial e a fase intermédia; ii) entre a fase inicial e a fase adulta; e iii) entre a fase intermédia e a fase adulta.....	24
Figura 4.6 - Padrões de atividade do javali, quando exposto a períodos de caça com diferentes níveis de intensidade: período de caça intensiva e período de caça não intensiva, estimados através do método de densidade de Kernel.	25
Figura 4.7 – Sobreposição dos padrões de atividade do javali nos diferentes períodos de caça (não intensiva e intensiva).....	25
Figura 4.8 - Padrões de atividade do javali, obtidos através do método de densidade de Kernel, em condições climáticas diferentes, em época chuvosa e seca.	26
Figura 4.9 – Sobreposição dos padrões de atividade do javali nas diferentes épocas: chuvosa e seca.. ..	26
Figura 4.10 – Número de observações de cada fator de perturbação antrópica direta, por período do dia (<i>i.e.</i> , Amanhecer, dia e noite), com exceção o anoitecer/pôr-do-sol, onde não foi registada qualquer observação.....	27

Lista de Tabelas

Tabela 4.1 - Esforço de amostragem com recurso a armadilhagem fotográfica (dias com câmaras ativas e nº de estações de amostragem) e número de detecções independentes de <i>Sus scrofa</i> nas oito áreas de estudo da região centro de Portugal. Dados referentes ao período entre fevereiro e setembro de 2019.	17
Tabela 4.2 - Índice de Seletividade de Jacobs (JSI) do javali para cada um dos períodos do ciclo circadiano (valores médios e desvios padrão correspondentes) para a sua atividade global, por habitat (eucaliptais e ambientes nativos) e de acordo com as condições climáticas (época chuvosa e época seca).	19

Tabela 4.3 - T-test realizado para comparar os valores do JSI estimados para vários períodos do dia (☀ - Dia; ☾ - Noite; 🌅 - Anoitecer/ pôr do sol; e 🌄 - Amanhecer/ nascer do sol) e para diferentes contextos: padrão global de atividade geral do javali, em eucaliptais, em habitats nativos, e nas época chuvosa e seca[t-test (p-value)]. 20

Tabela 4.4 – Média do número de fatores de perturbação indireta (*i.e.*, Parques eólicos, linhas de alta tensão, trilhos de BTT/motorizados, caça, incêndios, etc.) existentes em cada área de estudo. 28

Lista de Anexos

Anexo 8.1 – Registos fotográficos da espécie-alvo e de outras espécies, que foram detetadas no decurso do período de amostragem, nas oito áreas amostradas..... 45

Anexo 8.2 - Coeficiente de sobreposição ($\Delta 4$) dos padrões de atividade em eucaliptais e ambientes nativos, entre as diferentes fases de exploração do eucaliptal, entre os diferentes níveis de intensidade de caça e entre as diferentes épocas do ano, com o correspondente intervalo de confiança a 95%. 48

Anexo 8.3 - Número de observações de cada fator de perturbação antropogénica direta em cada uma das áreas de estudo. 49

1. Introdução

1.1 Padrões de atividade: uma importante dimensão do nicho

O estudo do padrão temporal de animais silvestres fornece informações acerca da sua ecologia, comportamento (*e.g.* reprodução), adaptações evolutivas e respostas fisiológicas a determinados sinais ambientais (Aschoff 1966; Zhang *et al.* 2017). Algumas destas informações não são tão perceptíveis através de outras metodologias, como por exemplo, identificar que espécies do mesmo nível trófico possam ter períodos de atividade diferentes, com o objetivo de evitar a competição pelos mesmos recursos ecológicos (Dröge *et al.* 2017; Schwartz *et al.* 2010). Também pode confirmar que um predador adapta o seu padrão de atividade para poder estar ativo nos períodos onde as suas principais presas também o estão (Foster *et al.* 2013), ou confirmar que existem alterações dentro da mesma espécie, de acordo com a sua distribuição geográfica, de modo a coincidir a sua atividade com a das presas disponíveis regionalmente (Maffei *et al.* 2004; Weckel *et al.* 2006), reduzindo, assim, a energia despendida na procura de recursos tróficos. Inversamente, outras espécies podem alterar o seu padrão de atividade, com o intuito de evitar os seus principais predadores, podendo assim coexistir espacialmente com os mesmos, reduzindo o perigo de serem predadas. Todas estas adaptações ecológicas, passariam despercebidas sem uma abordagem temporal. Por outro lado, o conhecimento proveniente do estudo dos padrões de atividade serve também para perceber qual a dimensão do impacto antropogénico nas espécies que usam habitats alterados e quais as alterações comportamentais que este pode induzir, especialmente em espécies mais expostas à presença ou à atividade humana (Blake *et al.* 2012).

Os padrões de atividade de uma população/indivíduo são influenciados por uma multiplicidade de fatores, que podem atuar isoladamente ou em sinergia. Entre estes destacam-se os fatores abióticos, como os ciclos lunares, clima (*e.g.* temperatura e precipitação) e os ciclos de luz/escuridão. No entanto, estes padrões também são influenciados por mecanismos fisiológicos (*e.g.* termoregulação), ciclos biológicos (*e.g.* reprodução), fatores morfológicos do próprio indivíduo (*e.g.* tamanho corporal, fitness, gênero, idade) e por fatores ecológicos (*e.g.* risco de predação, ritmos de atividade de competidores e presas e perturbações na paisagem de origem antrópica ou natural) e comportamentais (*e.g.* procura de alimento e movimento) (Haines & Janečka 2006; Ikeda *et al.* 2016; Kamler *et al.* 2007; Maor *et al.* 2017). Por exemplo, em Hokkaido (Japão) os fatores que mais influenciam a comunidade local de mamíferos são os ritmos de atividade de competidores e das presas (Ikeda *et al.* 2016). No entanto, outras duas espécies, nomeadamente de micromamíferos (*Microtus ochrogaster* e *Sigmodon hispidus*), no Texas (EUA), apresentam um padrão distinto, predominantemente influenciado pela temperatura e precipitação (Stokes *et al.* 2001). Já o Muflão-europeu (*Ovis orientalis musimon*), na Sardenha (Itália), exibe um padrão de atividade influenciado principalmente pelos ciclos de luz/escuridão (Pipia *et al.* 2008).

Este padrão de atividade, nos mamíferos, tanto pode ser predominantemente diurno, noturno ou catemeral (Refinetti 2008). No entanto, a maioria das espécies, até mesmo as estritamente diurnas, apresentam adaptações visuais idênticas às de espécies noturnas de outros grupos de vertebrados (Heesy & Hall 2010). Este padrão decorre, possivelmente, do facto de os mamíferos existentes serem descendentes de um ancestral com uma atividade estritamente noturna, característica que permaneceu durante a Era Mesozoica (Crompton *et al.* 1978; Gerkema *et al.* 2013), a fim de evitar encontros indesejados com os predadores de topo da altura, os dinossauros. Estes répteis tinham um período de atividade geralmente diurno, visto que eram espécies maioritariamente ectodérmicas, e necessitavam da exposição à radiação solar para aumentar a temperatura corporal (Gerkema *et al.* 2013). Com o seu

desaparecimento/extinção, os mamíferos começaram, gradualmente, a alterar o seu período de atividade, sendo, algumas espécies, primeiramente catemerais e, posteriormente diurnas (Maor *et al.* 2017).

Com o aumento populacional humano, e com a exploração excessiva dos recursos e serviços dos ecossistemas, as paisagens, a nível global, têm-se vindo a modificar a um ritmo bastante acelerado (Ciuti *et al.* 2012; Shamoon *et al.* 2018; Vajas *et al.* 2020). Estas alterações não dão tempo às espécies de se adaptarem às novas condições e acabam por provocar modificações acentuadas na estrutura das comunidades, no modo como funcionam e também nas espécies que as compõem (Almeida 2016), alterando adicionalmente, o seu padrão de atividade. Assim sendo, as alterações paisagísticas, realizadas, nomeadamente para a implantação de pastos, campos agrícolas e silvícolas (*e.g.* eucaliptais) e infraestruturas (*e.g.* urbanizações, parques eólicos, estradas), para além de provocarem a destruição e fragmentação de habitats (modificando a distribuição espacial das comunidades), também aumentam a pressão antropogénica a que as espécies existentes estão sujeitas. Este aumento faz com que o seu nicho temporal seja alterado, geralmente de modo a que a sua atividade não coincida com os períodos de maior atividade humana (*e.g.* Carter *et al.* 2015; Clinchy *et al.* 2016).

1.2 Impacto das paisagens geridas pelo homem: o exemplo do Eucaliptal

Durante milhares de anos, os ecossistemas naturais e as atividades humanas coexistiram, o que permitiu que muitas espécies se tenham conseguido adaptar às alterações antrópicas da paisagem e viver em simpatria com o uso humano dos ambientes (Carvalho *et al.* 2011). No entanto, a expansão global das populações humanas, provocou alterações rápidas e devastadoras a nível da estrutura e funcionamento dos habitats (Almeida 2016). As práticas agrícolas e silvícolas, tais como as florestas de produção, plantações exóticas, culturas agrícolas e a pecuária, são das principais causas da alteração e destruição de habitats. Estas práticas causam alterações, tanto nos processos ecológicos pré-existentes, como na estrutura e composição das comunidades presentes. Estas alterações são provocadas pelo desaparecimento ou alteração da maior parte da cobertura vegetal nativa destas comunidades (Carvalho *et al.* 2011). As vastas áreas cobertas por monoculturas de espécies exóticas, nomeadamente de eucalipto (*Eucalyptus* spp.), são um bom exemplo da conversão de ecossistemas nativos em florestais/silvícolas, com reconhecidos impactos ambientais (Stanturf *et al.* 2013). O eucalipto é uma espécie de crescimento rápido, oriunda do Sudoeste Australiano, que foi introduzida no Sul da Europa, em meados do século XIX. Esta introdução teve como objetivo colmatar o aumento da procura e a falta de madeira nas regiões de clima mediterrâneo. Chegou à Península Ibérica por volta de 1829 (Alves *et al.* 2007; Graça *et al.* 2002). Atualmente, o eucalipto, e em particular a espécie *Eucalyptus globulus*, tem um grande valor económico em Portugal, visto que gera matéria prima importante para as indústrias de produção de pasta de celulose e de papel (Amaro *et al.* 1998). Cobre cerca de 10% da área total de Portugal Continental (ICNF 2013) e 26% das florestas Portuguesas (ICNF 2019). Estes ecossistemas estão geralmente associados a uma biodiversidade reduzida (Calviño-Cancela *et al.* 2012; Ramírez & Simonetti 2011), por serem considerados habitats espacialmente homogêneos e com reduzida abundância e complexidade de estratos herbáceos e arbustivos (Ramírez & Simonetti 2011). No entanto, a estrutura das florestas de produção de eucalipto varia drasticamente, no decorrer do seu curto ciclo comercial de produção, fazendo com que estas se tornem habitats temporalmente heterogêneos (Timo *et al.* 2014). Na primeira fase de desenvolvimento, pouco tempo após a plantação, o habitat é apenas composto por espécimes em crescimento, com aspeto e tamanho semelhantes a arbustos. A posteriori, estas plântulas acabam por se

desenvolver e transformar em árvores, que formam uma plantação que será cortada cerca de 12 anos depois (Garcia 2017), recomeçando novamente o ciclo (Figura 1.1). Deste modo, devido à sua grande heterogeneidade temporal, estes habitats artificiais são capazes de manter algumas comunidades residentes (Dotta & Verdade 2011; Martin *et al.* 2012; Penteado 2006), nomeadamente vertebrados. Estas comunidades podem variar consoante a idade da plantação e consoante a estrutura do sub-coberto (Teixeira *et al.* 2017). Por exemplo, espécies generalistas de micromamíferos aparecem na fase de desenvolvimento inicial da plantação, enquanto as especialistas só aparecem posteriormente, em fases de desenvolvimento mais avançadas (Martin *et al.* 2012). Já os mamíferos de grande porte tendem a evitar as últimas fases de desenvolvimento (fases de pré-corte), provavelmente devido à perturbação associada ao corte (Timo *et al.* 2014). Estas alterações temporais na estrutura dos eucaliptais poderão também afetar a atividade das espécies que os usam, uma vez que a estrutura das plantações em fase inicial de desenvolvimento (recém-plantadas) proporciona pouco refúgio, tornando mais provável a deteção dessas espécies. Inversamente, as plantações em fase de desenvolvimento final/ pré-corte, cuja estrutura já é semelhante à de uma floresta, proporcionam mais refúgio e proteção, permitindo que os animais explorem estes ambientes de uma forma mais elusiva, especialmente quando não estão em fase de corte. Devido aos impactos potencialmente provocados por estas monoculturas (Calviño-Cancela *et al.* 2012; Ramírez & Simonetti 2011) e à falta de informação sobre as espécies mais afetadas pelas mesmas, é crucial determinar os padrões de atividade das espécies que usam estes ecossistemas silvícolas, a fim de perceber efetivamente quais as consequências que estes provocam no seu nicho temporal. Um exemplo de uma espécie com marcadas lacunas de informação é o javali (*Sus scrofa*). Esta espécie para além de estar bastante exposta a este tipo de ecossistemas, também pouco se sabe acerca do impacto que estes têm no seu padrão temporal. Esta também é conhecida por ser bastante resiliente e generalista, podendo servir como modelo para este tipo de estudos. Assim sendo, caso sejam detetados efeitos negativos no padrão de atividade da espécie, provocados por determinado fator (*e.g.* eucaliptais), poderá quer dizer que estes também se podem manifestar em espécies mais sensíveis, para as quais também ainda não existe muita informação.

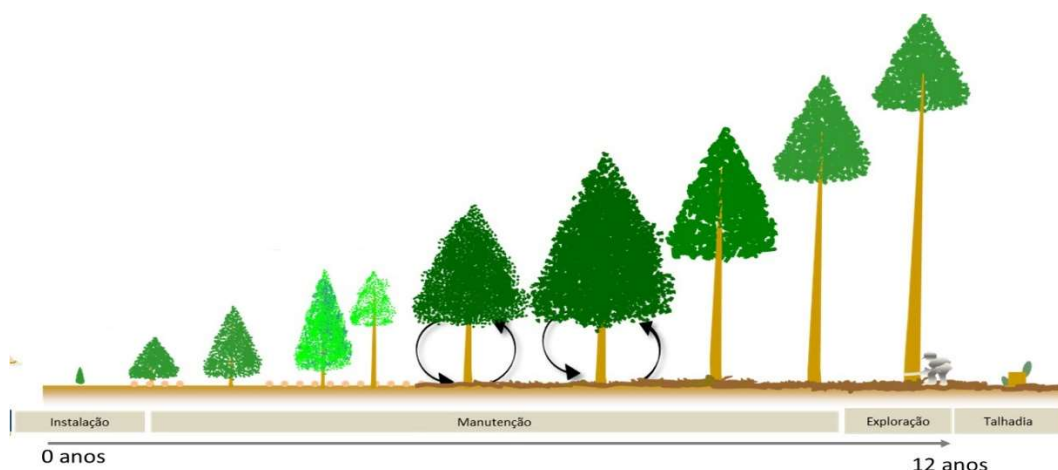


Figura 1.1- Ciclo de produção do eucalipto em Portugal (adaptado de <https://www.e-globulus.pt/biblioteca-online/dossiers/silvicultura-eucalipto-portugal>).

1.3 Javali: um ungulado generalista

A família Suidae teve origem no Oligoceno, há pelo menos 20 milhões de anos (Ma), e em termos evolutivos, teve uma elevada taxa de sucesso, sendo atualmente composta por 17 espécies (Frantz *et al.* 2016). É uma família nativa do velho mundo, no entanto o javali (*Sus scrofa*) conseguiu expandir a sua distribuição para o continente americano, no século XV, através da sua importação para produção de carne (Graves 1984). Esta ação antrópica é considerada uma das mais antigas introduções intencionais realizadas pelo Homem. Atualmente, o javali é uma espécie cosmopolita, estando presente em todos os continentes, com exceção da Antártida (Barrios-Garcia & Ballari 2012; Figura 1.2), tendo conseguido também colonizar algumas áreas urbanas (Castillo-Contreras *et al.* 2018). O seu enorme sucesso deve-se principalmente à sua elevada capacidade adaptativa e reprodutora, quando comparadas com outras espécies europeias de ungulados (*e.g.* corço, *Capreolus capreolus*, veado, *Cervus elaphus*). O seu enorme potencial reprodutor está associado a três fatores: gestações relativamente curtas, tendo em conta o seu tamanho corporal (120 dias; Rosell *et al.* 2011), maturidade sexual precoce (♂- 10 meses (Mauget *et al.* 1985); ♀- entre 5-10 meses (Fonseca *et al.* 2010)) e um elevado número médio de crias por ninhada (4-6 crias; Tack 2018). Para além disso, a elevada capacidade adaptativa permite que a espécie seja resiliente a perturbações de variada origem, incluindo antrópica, permitindo também que esta se adapte a uma diversa panóplia de condições ambientais, conseguindo sobreviver até mesmo em climas mais extremos, nomeadamente desérticos (*e.g.* Adkins & Harveson 2007) ou subárticos (Baskin & Danell 2003). Adicionalmente, possui uma dieta omnívora e generalista (Herrero *et al.* 2006), alimentando-se maioritariamente de plantas (*e.g.* Cuevas *et al.* 2010), e oportunisticamente de outras espécies de animais (Challies 1975; Massei *et al.* 1996; Schley & Roper 2003), chegando mesmo a consumir alimentos de origem antrópica (*e.g.* ração seca deixada para colónias de gatos; Castillo-Contreras *et al.* 2018), o que também potencia o seu sucesso.

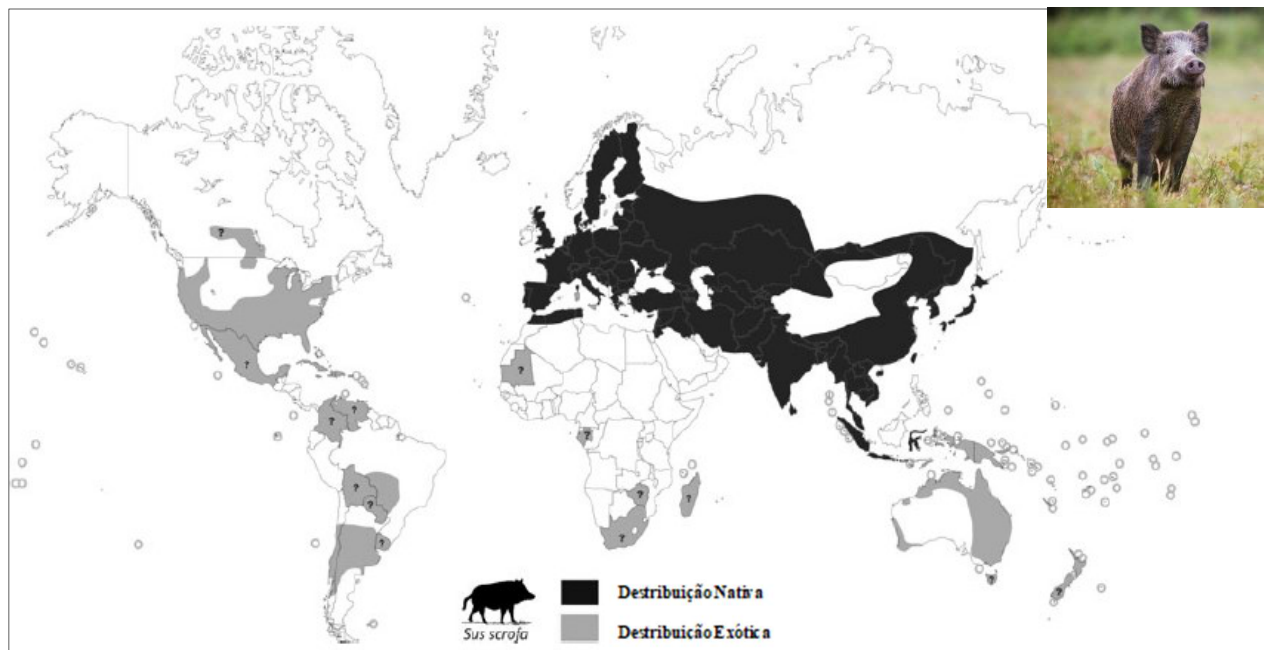


Figura 1.2- Distribuição do javali (*Sus scrofa*), com representação da sua distribuição nativa (preto) e exótica (cinzento). Os círculos a cinzento correspondem a ilhas onde a espécie tem sido introduzida. Adaptado de Barrios-Garcia & Ballari (2012).

Na Europa, a população de javali tem vindo a aumentar sistematicamente, tanto em tamanho como em distribuição geográfica (Tack 2018), o que tem provocado graves danos a nível ambiental, económico e social (Morelle *et al.* 2015). Este aumento populacional a nível europeu, tem levado a que algumas medidas de gestão se tenham centrado, em alguns países, num controlo mais rigoroso da espécie, incluindo o recurso à eliminação ativa de indivíduos (Massei *et al.* 2011). A população deste ungulado aumentou entre 1965-1975, seguida por um período de estagnação nos anos 1980s (Sáez-Royuela & Tellería 1986). No entanto, estudos posteriores (*e.g.* Massei *et al.* 2015) sugerem que as populações nunca tenham parado de crescer na maior parte dos países europeus, entre 1982-2013. Este crescimento ocorreu devido à ação sinérgica de um conjunto de fatores, nomeadamente: reintroduções realizadas com o objetivo de salvaguardar a espécie de extinções locais (Leaper *et al.* 1999); alterações nas práticas agrícolas e aumento da extensão dos agroecossistemas (Morelle 2015), que potenciaram os recursos disponíveis; desaparecimento ou redução das populações de grandes predadores (Casas-Díaz *et al.* 2013; Nores *et al.* 2008); abandono de terras e o despovoamento em zonas rurais (*e.g.* Correia 1993; Otero *et al.* 2015), que libertaram a paisagem da presença constante do Homem; alterações climáticas (*e.g.* Morelle *et al.* 2016), pois condições climáticas adequadas favorecem a colonização e o aumento populacional; e por fim, a redução da pressão exercida pela caça (*e.g.* Graitson *et al.* 2019; Massei *et al.* 2015). Este aumento populacional tem provocado graves danos na agricultura (Schley *et al.* 2008; Labudzki & Wlazelko 1991), nomeadamente em plantações de trigo, arroz, milho, aveia, centeio, cevada, beterraba, uvas e batatas (Schley & Roper 2003), assim como nos ecossistemas florestais, através do desenraizamento de árvores mais jovens (Singer *et al.* 1984; Bruinderink & Hazebroek 1996). Para além destes impactos diretos, é também reconhecido o seu papel como transmissor de doenças para o gado, nomeadamente, peste suína africana, brucelose suína, tuberculose e pseudo-raiva (Gortázar *et al.* 2007). Todos estes fatores, contribuem para que o conflito entre a espécie e o Homem se tenha vindo a acentuar (Carnevali *et al.* 2009; Glikman & Frank 2011), o que por sua vez tem implicações na forma como esta usa o espaço e o tempo.

Em Portugal, no início do século XX, existiam apenas populações residuais de javali, distribuídas maioritariamente na proximidade das fronteiras com Espanha (Lopes & Borges 2004). No final de 1960s, a espécie foi considerada como praticamente extinta, depois do aparecimento da peste suína africana e da exacerbada prática de caça (Bugalho *et al.* 1984). No entanto, no princípio dos anos 80, a espécie começou a evidenciar uma recuperação gradual, estando atualmente distribuída por todo o país, com exceção de alguns municípios costeiros, onde a densidade populacional humana é bastante elevada (Lopes & Borges 2004), acabando por seguir a tendência de crescimento registada no resto da Europa. Dado que o javali é uma espécie que induz impactos negativos nas atividades humanas, associados ao crescimento excessivo das suas populações, esta expansão fez com que fosse prioritário estabelecer um compromisso entre a proteção da espécie, o controlo dos danos provocados pela mesma e a atividade cinegética – *i.e.*, gestão sustentável das suas populações (Massei *et al.* 2014). De acordo com a lei que está atualmente em vigor, publicada a 21 de setembro de 1999 (Lei nº 173/99), a caça ao javali em terrenos cinegéticos não ordenados só pode ser realizada de batida e de montaria, nos meses de outubro a fevereiro. No entanto, em terrenos cinegéticos ordenados a caça pode ser permitida durante toda a época venatória, com exceção da caça de salto, de batida e de montaria (Decreto-Lei n.º 202/2004 - Diário da República n.º 194/2004, Série I-A de 2004-08-18). Em Portugal, as principais atividades de caça ao javali são as esperas noturnas (*i.e.*, emboscadas realizadas durante ano inteiro no período de lua cheia) e as montarias (Fonseca *et al.* 2004). Nas montarias, realizadas geralmente durante o dia (Vajas *et al.* 2020), os caçadores permanecem em locais específicos (*i.e.*, “portas”) para abater os animais que são levados até eles por matilhas de cães e por batedores, envolvendo usualmente um número elevado de pessoas (caçadores, carregadores, matilheiros) e de cães de caça. Este é o tipo de caça mais popular, e eventualmente mais intensa (Thurfjell *et al.* 2013), podendo ter uma taxa de sucesso maior na redução

das populações de javali (Sodeikat & Pohlmeier 2003). Este é um método bastante utilizado na Europa (*e.g.* Scillitani *et al.* 2010; Thurfjell *et al.* 2013; Vajas *et al.* 2020), ocorrendo com mais frequência nos meses de janeiro e fevereiro.

A atividade cinegética, focada neste ungulado poderá funcionar como uma ferramenta de gestão da espécie, dependendo do contexto paisagístico da região em questão, do nível populacional deste ungulado e da estratégia adotada pela atividade (*e.g.* foco em machos, fêmeas, sub-adultos, etc.). O controle das populações de javali poderá ser relevante em alguns ecossistemas, impedindo que hajam desequilíbrios nas comunidades naturais, reduzindo também os conflitos entre homem-vida silvestre (Conover 2001), que poderia ter efeitos negativos nas atitudes para com outras espécies silvestres (*e.g.* Liu *et al.* 2011). Para além do impacto direto nas populações de javali, decorrente da atividade cinegética (*i.e.*, diminuição do tamanho populacional), existem outros impactos menos evidentes, que nem sempre são considerados, mas que afetam a dinâmica populacional da espécie, nomeadamente, a alteração dos padrões espaciais (*e.g.* paisagem de medo; Ciuti *et al.* 2012) e a modificação do ritmo de atividade (Keuling *et al.* 2008).

O javali é uma espécie cujo padrão de atividade varia consoante a intensidade da atividade humana (Ohashi *et al.* 2013). Quando esta espécie se encontra em habitats sem perturbação, geralmente, tem um comportamento predominantemente diurno (Meynhardt 1989, 1990), sendo este considerado o seu comportamento natural (Briedermann 1971, 1990). No entanto, tende a alterar o seu comportamento devido às pressões antropogénicas a que está sujeita, assim como a paisagem onde se encontra. Nestas situações, a espécie adota, frequentemente, uma atividade maioritariamente noturna (Keuling *et al.* 2008; Lemel *et al.* 2003; McIlroy 1989), com o objetivo de evitar encontros com humanos.

2. Objetivos

As plantações de *Eucalyptus* spp. ocupam atualmente cerca de 800.000 ha do território continental Português, sendo que 90% desta área corresponde a plantações *Eucalyptus globulus* (ICNF 2013). Apesar de constituírem a maior área florestal portuguesa (superando as florestas nativas), estes habitats estão geralmente associados a uma biodiversidade reduzida (Calviño-Cancela *et al.* 2012; Ramírez & Simonetti 2011). Todavia, existe uma grande falta de informação quanto ao impacto que estas plantações têm nas comunidades residentes, nomeadamente no quanto afetam o padrão temporal das espécies de médio/grande porte, como é o caso do Javali (*Sus scrofa*). Assim sendo, este estudo tem como principais objetivos: a) estimar o padrão de atividade do javali em plantações de eucalipto, comparando-o com o obtido em florestas predominantemente nativas; b) observar se existem alterações significativas a este padrão de atividade, consoante as várias fases do ciclo de produção; c) verificar se a espécie modifica o seu padrão temporal de acordo com as condições climáticas e com o grau de perturbação existente na paisagem (*i.e.*, durante período em que a caça é mais intensa). Tendo em conta estes objetivos, definimos cinco hipóteses a testar com os dados recolhidos:

H1: As populações de javali na área de estudo têm padrão global de atividade semelhante ao geral descrito para a espécie noutras áreas da sua distribuição, *i.e.*, padrão noturno (Boitani *et al.* 1994; Campbell & Long 2010; Keuling *et al.* 2008; Lemel *et al.* 2003).

H2: O padrão de atividade diário das populações de javali que usam os eucaliptais será distinto (mais noturno) do padrão evidenciado por aquelas que habitam em áreas predominantemente nativas. Esta alteração poderá ocorrer, visto que é provável que a pressão antrópica nestas plantações seja mais elevada, fazendo com que a espécie se torne mais noturna para evitar ser detetada e reduzir a probabilidade de encontros com a população humana, mais presente em ambientes alterados (*e.g.* ações de gestão silvícola) (Ohashi *et al.* 2013).

H3: O padrão de atividade do javali nas plantações de eucalipto difere entre as diferentes fases do ciclo comercial de produção, sendo mais noturno na altura do corte, devido ao aumento da pressão antrópica associado à atividade silvícola extrativa (Timo *et al.*, 2014).

H4: Durante a época de caça mais intensiva, a atividade do javali será mais noturna (Keuling *et al.* 2008). Em Portugal esta época corresponde ao período de montarias (outubro-fevereiro), e nesse período a espécie estará mais ativa à noite, do que durante a restante época venatória, evitando assim ser detetada, e caçada, por caçadores e/ou por cães de caça, que atuam durante o dia (Vajas *et al.* 2020).

H5: O javali tem um período de atividade mais prolongado na época seca (primavera/verão) do que na época chuvosa (outono/inverno), uma vez que este padrão é influenciado pelas condições climáticas (mais desafiantes na época chuvosa, induzindo uma redução do período de atividade), pela disponibilidade de alimento e pela duração dos dias (maiores na época seca) (Keuling *et al.* 2008), podendo assim aumentar a sua atividade diurna durante a época seca (*e.g.* Russo *et al.* 1997).

3. Métodos

3.1 Área de estudo

Este estudo decorreu na região centro de Portugal, mais concretamente nos distritos de Coimbra (Concelhos de Góis, Lousã e Pampilhosa da Serra), Castelo Branco (Concelhos do Fundão, Idanha-a-Nova e Penamacor) e Viseu (Concelho de Mortágua) (Figura 3.1), que se encontram na província Mediterrânica Ibero-Atlântica (Fonseca *et al.* 2011). Esta região possui um clima mediterrânico, com influências atlânticas em algumas zonas (Rivas-Martínez *et al.* 2004), que é caracterizado por verões quentes e secos e invernos frios e húmidos (Gomes 2015). Nesta podem ser encontrados os três tipos de floresta continental mais abundantes em Portugal: as florestas de folhosas perenifólias (*e.g.* azinhais e Sobreirais), caducifólias (*e.g.* soutos) e silvo-industriais (*e.g.* eucaliptais e pinhais) (ICNF 2019). No entanto, o coberto vegetal é dominado apenas por quatro espécies, sendo estas: pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*), azinheira (*Quercus rotundifolia*), sobreiro (*Quercus suber*) e eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

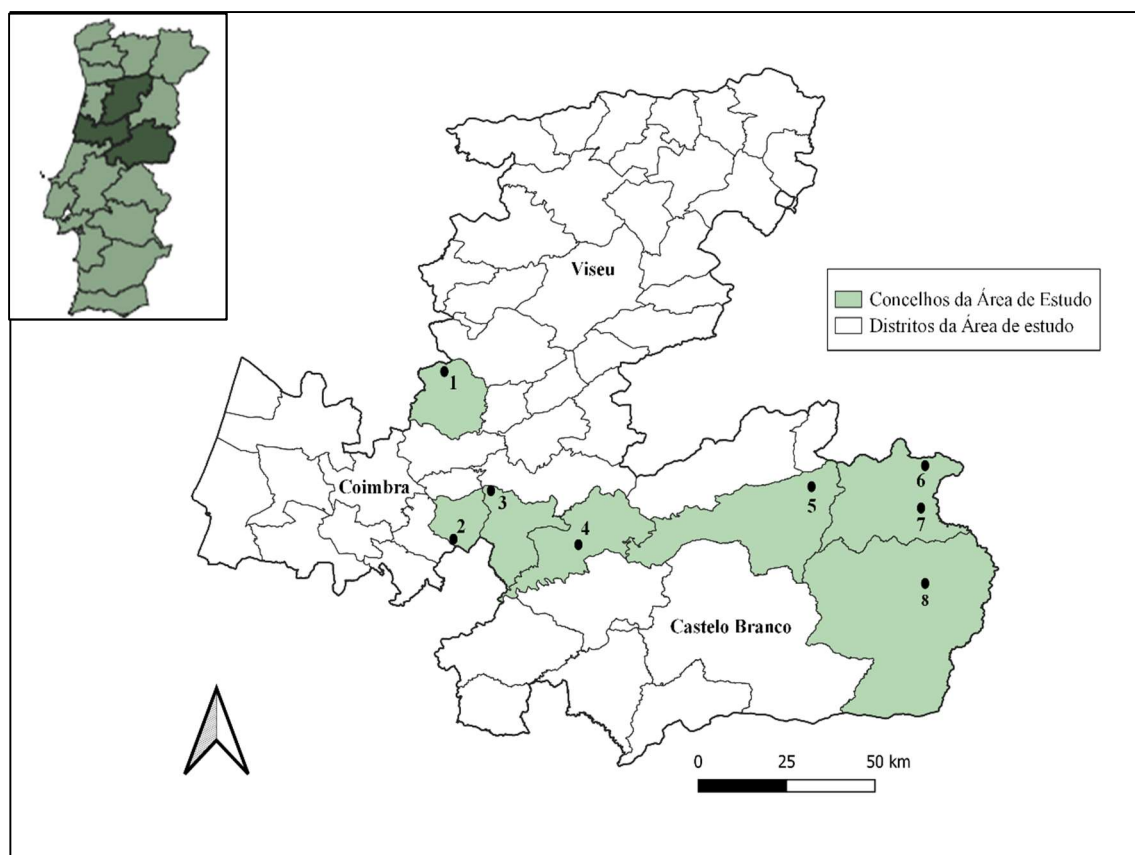


Figura 3.1 - Localização dos locais de amostragem (N=8), nos distritos de Viseu, Coimbra e Castelo Branco, e respetivos concelhos. 1- Mortágua, 2- Lousã, 3- Góis, 4- Pampilhosa da Serra, 5- Fundão, 6- Penamacor (Reserva Natural da Serra da Malcata), 7- Penamacor (Freguesia de Penamacor) e 8- Idanha-a-Nova.

3.1.1 Seleção dos locais de amostragem

O estudo está inserido no projeto WildForest que, em parceria com a The Navigator Company, tem como objetivo avaliar as plantações de eucalipto, enquanto ferramentas complementares de conservação, assim como aferir o papel dos mamíferos na manutenção de plantações sustentáveis. Assim, a maioria dos locais de amostragem encontram-se localizados em propriedades geridas/detidas pela The Navigator Company e, por isso, a sua seleção para o projeto foi condicionada pela distribuição geográfica dessas propriedades.

Foram selecionadas oito locais de amostragem, quatro em zonas mais montanhosas de declives mais acentuados (Concelhos de Góis, Lousã, Mortágua, e Pampilhosa da Serra) e outros quatro em zonas com orografia mais suave (Concelhos de Fundão, Idanha-a-Nova e Penamacor), tendo sido escolhidas de acordo com os seguintes critérios:

- i) Cada um destes conjuntos de quatro locais era composto por uma zona com vegetação nativa (área de controlo) e três réplicas em áreas dominadas por eucaliptal;
- ii) Cada um dos quatro locais tem uma dimensão de, pelo menos, 16km² de extensão, por forma a incluir a área de máxima atividade de vários indivíduos da espécie-alvo, uma vez que, em ambientes mediterrânicos esta tem, normalmente, uma dimensão menor que 1km² (e.g. Boitani *et al.* 1994);
- iii) Os locais deverão integrar, preferencialmente, propriedades geridas pela The Navigator Company;
- iv) Deverão estar localizados a, pelo menos, 10km de distância uns dos outros, por forma a evitar que o mesmo animal seja amostrado em duas áreas contíguas, uma vez que a área vital média dos Javalis em ambientes mediterrâneos ronda os 9,5 km² (Boitani *et al.* 1994).

3.1.2 – Caracterização dos locais de amostragem

3.1.2.1 - Áreas de vegetação nativa

Os locais de amostragem dominados por vegetação nativa atuaram como áreas controlo, isto é, áreas que permitem avaliar se os padrões ecológicos detetados nos eucaliptais são fruto da alteração da paisagem e não de variações espaciais e/ou temporais na estrutura e dinâmica das comunidades faunísticas. Estes locais foram selecionados de acordo com a proximidade às áreas de eucaliptal amostradas, para otimizar logisticamente o trabalho de campo e minimizar possíveis alterações nos padrões ecológicos da espécie-alvo devido a variações ambientais espaciais. Deste modo, foram selecionadas as áreas de vegetação maioritariamente nativa que se encontrassem a pelo menos 10km das plantações. As áreas mais próximas que apresentavam as características requeridas foram a Serra da Lousã e a Reserva Natural da Serra da Malcata (Figura 3.2), que se situam na proximidade das áreas de plantações de eucalipto dos distritos de Coimbra e Viseu, e de Castelo Branco, respetivamente.

A Serra da Lousã situa-se na Beira Litoral, especificamente na extremidade Sudoeste da cordilheira central da Península Ibérica, caracterizando-se por uma acidentada orografia que dá origem a encostas acentuadas com linhas de cumeada que variam entre os 800 e os 1200 metros e por variantes climáticas - atlânticas a Norte e mediterrâneas a Sul da serra. Devido a estas particularidades, a serra exhibe bastante diversidade vegetal, contando com a presença de bosques de Carvalho-alvarinho (*Quercus robur*) e Carvalho-negral (*Quercus pyrenaica*), nas zonas mais frias e húmidas, e com bosques de Azinheira (*Quercus rotundifolia*), nas zonas mais quentes e secas (Plano Setorial da Rede Natura 2000. Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008. Diário da República, 1.ª série — N.º 139 — 21 de julho). Apresenta também extensas manchas de pinhal dispersas por toda a serra.

A Reserva Natural da Serra da Malcata encontra-se localizada na Beira Baixa, fazendo fronteira com Espanha, a Este, nomeadamente com a Serra da Gata. Situa-se a uma altitude entre os 425 e os 1078m (Fuentes *et al.* 2003), caracterizando-se por um conjunto de cumes arredondados, que dá origem a declives bastante íngremes, e por um marcado clima mediterrâneo (Meireles *et al.* 2005). A evolução da sua vegetação teve como principal responsável o impacto antropogénico, essencialmente derivado da agricultura e pastorícia, que veio favorecer a vegetação arbustiva e herbácea, prejudicando a floresta autóctone (Meireles *et al.* 2005). As manchas florestais que permaneceram conservadas, são dominadas por bosques de Carvalho-negral nas áreas de natureza supramediterrânica da Reserva, e nas áreas meso e termo-mediterrânicas estas são dominadas por bosques de Azinheira e de Sobreiro (Plano Setorial da Rede Natura 2000. Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008. Diário da República, 1.ª série — N.º 139 — 21 de julho). A Norte e no centro da reserva também pode ser encontrada uma vasta área de pinhal, composto essencialmente por Pinheiro-bravo e espécies exóticas, tais como a Pseudotsuga (*Pseudotsuga menziessi*) e o Pinheiro-larício (*Pinus nigra*) (Muñoz 2016).

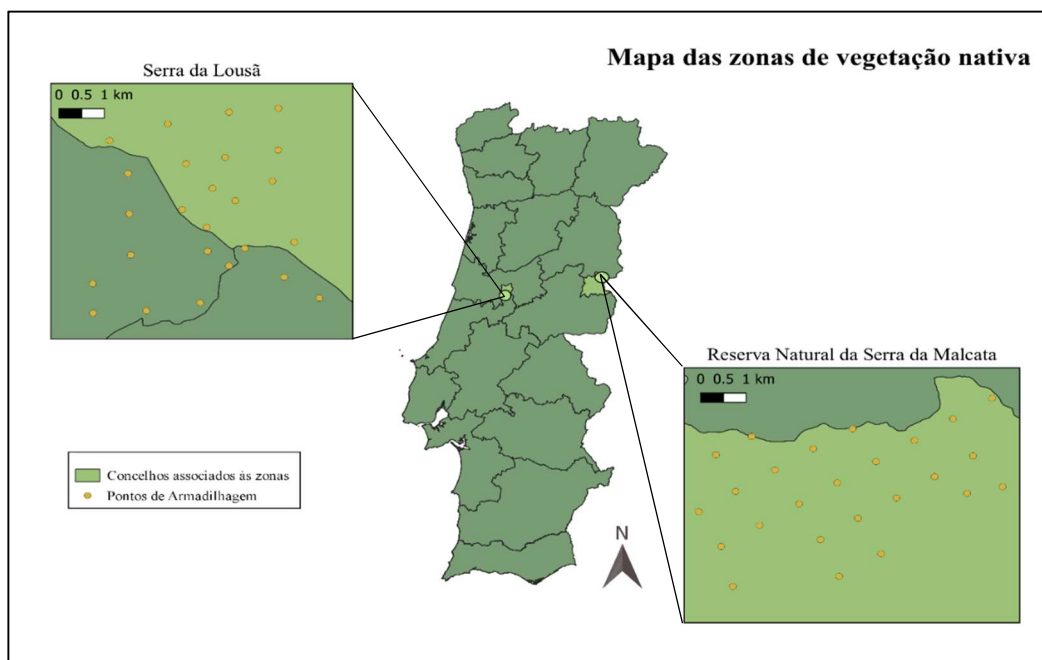


Figura 3.2 – Localização das duas sub-áreas de estudo, que se encontram em áreas de vegetação predominantemente nativa, com representação das respetivas grelhas de amostragem de câmaras fotográficas.

3.1.2.2 Áreas de plantação de eucalipto

As áreas de estudo localizadas em plantações de eucalipto foram selecionadas de forma a estarem inseridas dentro de propriedades geridas/detidas pela The Navigator Company, que se situassem no centro de Portugal. Estas áreas são essencialmente dominadas por *E. globulus*, contendo também pequenas manchas de *Eucalyptus nitens* em zonas de elevadas altitudes e de elevada precipitação, sendo que esta espécie é mais resistente à temperatura que *E. globulus* (Battaglia *et al.* 1996).

Dentro destas áreas dominadas por eucalipto, localizadas nos concelhos de Góis, Mortágua, Pampilhosa da Serra, Fundão, Idanha-a-Nova e Penamacor, foram selecionadas seis áreas representativas das plantações de eucalipto (Figura 3.3), abrangendo diferentes fases do ciclo produtivo, isto é, áreas em fase de desenvolvimento inicial ($h < 2$ metros de altura do eucalipto), intermédio ($2 < h < 5$ metros de altura) e final/pré-corte ($h > 5$ metros de altura) (Figura 3.4).

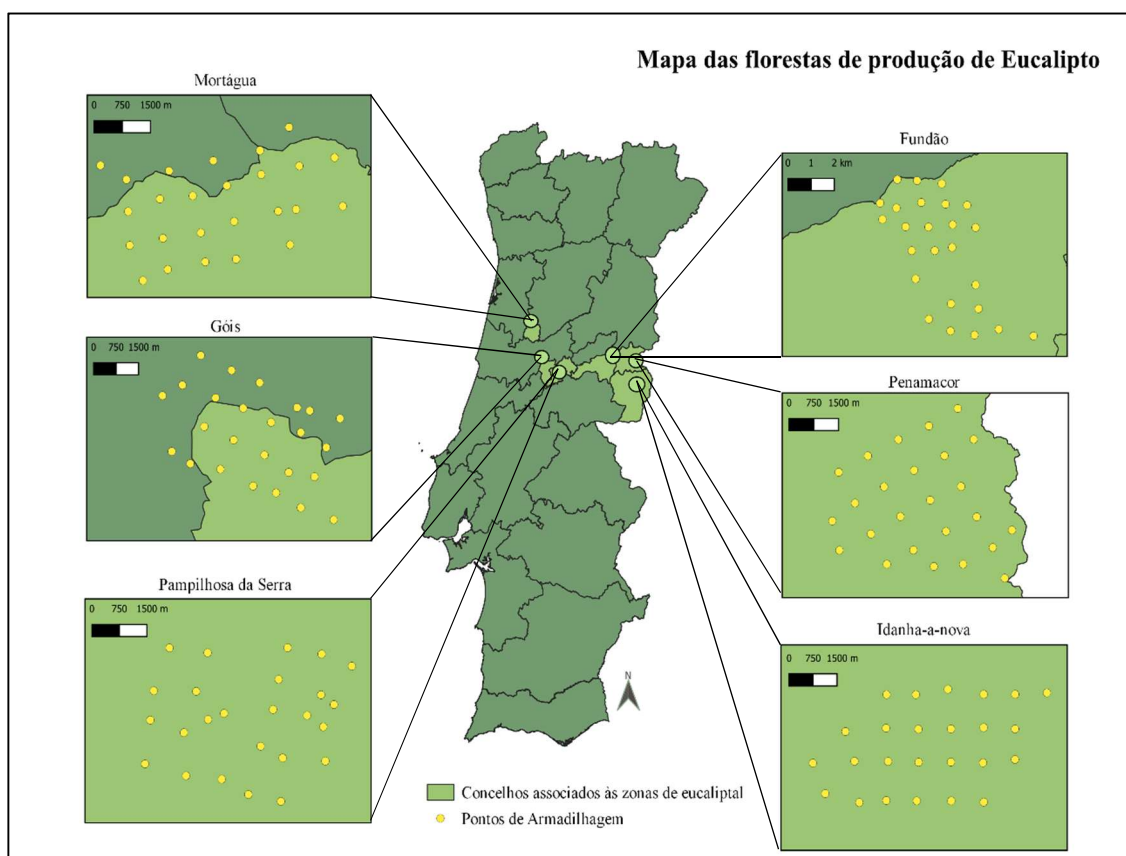


Figura 3.3 – Localização dos seis locais de amostragem, situados em plantações de eucalipto, com representação das respetivas grelhas de amostragem de câmaras fotográficas.



Fase Inicial



Fase Intermédia



Fase Final/pré-corte

Figura 3.4 – Fases de crescimento dos eucaliptais: inicial, intermédia e final/pré-corte.

3.2 Definição das grelhas de amostragem

Em cada um dos oito locais de amostragem, foi definida uma grelha com 16 km², constituída por 25 pontos de amostragem, distanciados por 1 km, onde foram instaladas as câmaras de foto-armadilhagem. A construção da grelha foi efetuada recorrendo a um Sistema de Informação Geográfica (SIG), produzido com recurso ao Software QGIS versão 2.18.28 Las Palmas (QGIS Development Team 2016), que integrou informação digital relacionada com a carta de ocupação de solo, vias de comunicação (estradas, estradões terra batida, etc.), povoações e casas isoladas, e massas/linhas de água. Foi definida uma distância mínima de 1 km, entre cada ponto de amostragem, para minimizar a autocorrelação espacial (Sarmiento et al. 2009).

Estas grelhas foram sobrepostas sobre a informação digital, no SIG, e os pontos de amostragem foram ligeiramente ajustados, para garantir que se localizassem em eucaliptais (no caso de não serem as áreas controlo), e, preferencialmente, em propriedades geridas pela The Navigator Company, não coincidindo com estradas/estrادões ou massas de água, nem com o interior de povoações. Nas áreas de vegetação nativa, as grelhas foram definidas usando os mesmos critérios, mas garantindo igualmente que todos os tipos de habitats presentes na área estavam amostrados, de acordo com a sua representatividade. Posteriormente, foi realizado um reconhecimento no terreno, das áreas a monitorizar, antes de serem colocadas as câmaras de foto-armadilhagem, para comprovar que a seleção efetuada remotamente era válida. Contudo, numa fração de pontos de amostragem das grelhas, não foi possível colocar as câmaras

nos locais previamente definidos, devido à inacessibilidade de alguns destes (*e.g.* inclinação da encosta, dificuldade/perigosidade do terreno, irregularidade do solo). Assim sendo, em alguns locais, a grelha implementada apresentou uma forma mais irregular (Figura 3.2; Figura 3.3).

3.3 Foto-armadilhagem e monitorização das áreas de amostragem

A armadilhagem fotográfica é uma ferramenta bastante importante em estudos de ecologia terrestre, uma vez que é uma metodologia não invasiva que, geralmente, tem uma menor influência na atividade natural dos indivíduos (Masayuki & Koike 2013). As câmaras com flash e sensores de infravermelhos são colocadas no terreno e podem ser deixadas no campo durante várias semanas, o que torna esta metodologia ideal para o estudo de espécies raras, elusivas ou noturnas/crepusculares, como é o caso do javali (Acevedo *et al.* 2006). Desta forma, a armadilhagem fotográfica apresenta diversas vantagens relativamente a outras metodologias utilizadas (*e.g.* observação direta e a realização de transetos), visto que reduz bastante o tempo e esforço despendidos pelos especialistas no terreno. É bastante mais eficaz, dado que permite obter dados em contínuo, possibilitando uma descrição mais real dos padrões espaciais, temporais e comportamentais, permitindo também a foto-identificação, por vezes até ao nível do indivíduo, através de características únicas de cada animal, quando a morfologia e os padrões de pelagem da espécie assim o permitem (*e.g.* Dorning & Harris 2019; Hiby *et al.* 2009).

Foram realizados dois períodos de amostragem, o primeiro entre 31 de janeiro e 4 de maio de 2019 e o segundo entre 28 de junho e 5 de setembro de 2019. Em ambos os períodos, foram instaladas câmaras fotográficas do modelo Cuddeback 20 Megapixel IR (Modelo H-1453) nas grelhas de amostragem definidas para cada local. As 25 câmaras fotográficas instaladas em cada um dos oito locais de amostragem, permaneceram ativas durante 30 dias consecutivos, em cada período monitorizado, embora tenha havido algumas exceções devido a problemas técnicos em algumas câmaras.

Cada amostragem decorreu, simultaneamente, em dois ou três locais de cada vez, por forma a permitir que fosse possível amostrar os oito locais em aproximadamente três meses, nos dois períodos de amostragem, por forma a minorar possíveis efeitos sazonais entre locais nos resultados. O ideal teria sido conseguir colocar as câmaras, simultaneamente, em todos os locais de amostragem, no entanto, foi logisticamente impossível implementar essa abordagem, dado que não existiam câmaras, nem recursos humanos suficientes para monitorizar os oito locais ao mesmo tempo.

Cada câmara foi instalada em troncos de árvores ou em estacas de madeira, caso não existissem árvores nas imediações dos pontos de amostragem da grelha com porte suficiente para suportar uma câmara. Estas câmaras foram colocadas a cerca de 50 cm do solo, para permitir a deteção de mamíferos de médio-grande porte, devidamente camufladas para evitar furtos (Figura 3.5), e numa posição que permitisse monitorizar a maior área possível, de modo a maximizar a detetabilidade da espécie-alvo (Swann *et al.* 2004). Foram configuradas para, após a deteção de movimento (com recurso a sensores de movimento e temperatura), serem acionadas, registando três fotografias consecutivas, com um intervalo entre disparos sucessivos de 30 segundos.



Figura 3.5 - Exemplos de câmaras de foto-armadilhagem colocadas nas áreas de estudo (A- acoplada ao tronco de uma árvore; B- instalada numa estaca).

Adicionalmente, em cada ponto de amostragem, foram verificados quais os fatores de perturbação antrópica indireta que poderiam afetar o aparecimento da espécie-alvo, nomeadamente, a presença de parques eólicos, linhas de alta tensão, ecoturismo, trilhos de BTT/motorizados, zonas de caça e de incêndios.

3.4 Análise da distribuição temporal da espécie-alvo e identificação dos fatores que a determinam

Os registos fotográficos captados durante o período de amostragem foram analisados através do Software digiKam versão 6.0.0 (www.digikam.org/), uma ferramenta que facilita a identificação da espécie-alvo quando é obtido um grande volume de informação, e torna mais expedita a gestão e organização da informação recolhida (*e.g.* hora, dia e local de cada fotografia captada) para a futura construção das matrizes de análise. Para posterior análise, e por forma a garantir que os registos da espécie eram temporalmente independentes, foram excluídos os registos fotográficos, no mesmo ponto de amostragem, com um intervalo inferior a 30 minutos entre si (Davis *et al.* 2011).

Numa primeira fase, os dados temporais foram convertidos de hora legal para hora solar, de modo a que fosse possível a interpretação dos padrões de atividade com base nos períodos solares (dia, anoitecer/pôr-do-sol, noite e amanhecer/nascer do sol), com o objetivo de relacionar os padrões detetados com a forma como a espécie interpreta os ciclos circadianos, a fim de obter uma perceção real do seu padrão de atividade. Mais ainda, esta conversão para a hora solar, permitiu, posteriormente comparar os padrões de atividade detetados com os publicados em estudos efetuados em outras latitudes e longitudes, cuja hora legal pode não corresponder com a hora legal de Portugal no mesmo período, facto que iria enviesar as comparações.

A informação obtida através dos registos fotográficos permite estimar o padrão de atividade diária da espécie. Cada registo foi considerado como uma amostra aleatória com distribuição contínua da probabilidade de uma câmara captar a espécie-alvo, num dado período do dia (Linkie & Ridout 2011). O padrão de atividade estimado corresponde a uma função de densidade de deteções, por faixa horária, cujo pressuposto é que a espécie apresentará sempre a mesma probabilidade de ser captada num registo fotográfico em qualquer hora do dia. A estimativa deste padrão foi realizada através de uma análise não paramétrica, com recurso ao método de densidade de Kernel (Ridout & Linkie 2009).

Com o objetivo de testar a preferência do javali por determinados períodos do dia, foi estimado o Índice de Jacobs (Jacobs 1974) para cada um destes períodos. Este é um índice amplamente usado em Ecologia, que surge da modificação do índice de seletividade de Ivlev (Ivlev 1961), cujo objetivo é aferir a preferência por determinados recursos (*e.g.* Almeida 2016; Monterroso 2013; Taghdisi *et al.* 2013). Neste caso, foi utilizado para avaliar a preferência por períodos específicos do ciclo circadiano. Para tal foram definidas quatro categorias distintas, que representam os diferentes períodos do dia: diurno (1 hora depois do nascer do sol até 1 hora antes do pôr-do-sol), pôr-do-sol/anoitecer (1 hora antes até 1 hora depois do pôr-do-sol), noturno (1 hora após o pôr-do-sol até 1 hora antes do nascer do sol) e o amanhecer (1 hora antes até 1 hora depois do nascer do sol) (Foster *et al.* 2013). Posteriormente foi efetuado uma reamostragem dos dados de atividade da espécie, com recurso a técnicas de *bootstrap*, produzindo 999 replicados dos dados recolhidos (Meredith & Ridout 2020). As técnicas *bootstrap* são métodos computacionais intensivos que fazem o cálculo de medidas de precisão aos parâmetros estatísticos (*e.g.* intervalos de confiança), com recurso à reamostragem, e que consistem na realização do que seria o cenário ideal na prática, ou seja, repetir a experiência (Efron & Tibshirani 1993). Para cada um destes novos conjuntos de dados foi calculado um valor de JSI, para cada período do ciclo circadiano. *A posteriori* foi calculada, para cada destes períodos, a média de todos estes valores de JSI e respetivos intervalos de confiança de 95% (Monterroso *et al.* 2014). A seletividade por cada período do ciclo circadiano foi avaliada tendo em conta o sinal do índice para cada período diário: valores negativos indicam que a espécie evita estar ativa naquele determinado período do dia, valores positivos indicam uma preferência por esse mesmo período e valores perto de zero indicam que não há preferência. Para testar se haveria diferenças significativas no valor do índice entre os períodos considerados, foram utilizadas as médias e desvio padrão das amostras produzidas por *bootstrap*. Foram realizados testes de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade dos dados recolhidos (Shapiro & Wilk 1965). Apesar da maioria dos dados não ter apresentado uma distribuição normal, foi realizado, posteriormente, um t-test, visto que para grandes tamanhos amostrais é aconselhado o uso deste teste paramétrico e dos respetivos intervalos de confiança (Fagerland 2012). Todas as análises mencionadas foram efetuadas com a totalidade dos dados e em sub-amostras que correspondiam a: diferentes ambientes (*i.e.*, eucaliptais, áreas controlo/nativas), fases de crescimento do eucaliptal (inicial, intermédia e adulta), níveis de intensidade de caça (períodos de caça intensiva e não intensiva) e estações do ano (época seca e chuvosa).

Com a finalidade de avaliar possíveis variações no padrão de atividade do javali no decurso do ciclo circadiano, em diferentes habitats, estações do ano, períodos de caça e fases de crescimento do eucaliptal, foi estimado o coeficiente de sobreposição $\Delta 4$, recomendado por Meredith & Ridout (2020) para amostras superiores a 75 observações. Este coeficiente varia entre 0 (sobreposição nula) e 1 (sobreposição total), e corresponde à área mínima da sobreposição das funções de densidade dos ciclos de atividade que estão a ser comparados. A precisão deste coeficiente foi obtida através de intervalos de confiança de 95% com base em 999 amostras de *bootstrap*. Para facilitar a análise qualitativa dos resultados, os valores do coeficiente de sobreposição $\Delta 4$ foram agrupados em 3 categorias: “reduzida”, “moderada” ou “elevada”. São considerados “reduzidos” valores de $\Delta 4$ iguais ou inferiores ao percentil

50 da amostra, são considerados “moderados” valores de $\Delta 4$ entre o percentil 50 e 75 e, acima do percentil 75, são considerados “elevados” (Monterrosso *et al.* 2014).

Posteriormente, foram selecionados os registos fotográficos, obtidos através de foto-armadilhagem, onde apareciam fatores de perturbação antrópica direta (*i.e.*, pessoas, animais domésticos, veículos) e, realizou-se uma análise qualitativa dos mesmos por período do ciclo diário e área, com o objetivo de entender quando e onde é que estes fatores estavam mais ativos/presentes. Por último, foi calculada a média do número de fatores de perturbação antrópica indireta em cada área (*i.e.*, parques eólicos, linhas de alta tensão, caça, incêndios, etc.), a fim de perceber quais as áreas que, possivelmente, tiveram maior impacto no padrão temporal da espécie, através deste tipo de perturbação.

4. Resultados

4.1 Esforço de amostragem e registos independentes de javali

No decurso dos dois períodos de amostragem, foram registadas 503 deteções independentes de javali, nos oito locais de amostragem (Tabela 4.1; Anexo 8.1), efetuadas durante os 12 120 dias de armadilhagem efetiva (*i.e.*, soma do total de dias que cada uma das câmaras colocadas em cada área esteve ativa). Durante o período de estudo, foram também detetadas outras espécies de mamíferos silvestres (Anexo 8.1), nomeadamente: outros ungulados como o veado (*Cervus elaphus*) e o corço (*Capreolus capreolus*); carnívoros como a fuinha (*Martes foina*), o sacarrabos (*Herpestes ichneumon*), o texugo (*Meles meles*), a raposa (*Vulpes vulpes*), e a geneta (*Genetta genetta*); lagomorfos como o coelho-bravo (*Oryctolagus cuniculus*) e a lebre-comum (*Lepus granatensis*); e micromamíferos como o rato-do-campo (*Apodemus sylvaticus*). Também foram detetadas espécies domésticas nomeadamente, gato doméstico e cão.

Tabela 4.1 - Esforço de amostragem com recurso a armadilhagem fotográfica (dias com câmaras ativas e nº de estações de amostragem) e número de deteções independentes de javali nas oito áreas de estudo da região centro de Portugal. Dados referentes ao período entre fevereiro e setembro de 2019.

Esforço de amostragem						
Área de Estudo		Data (1ª Amostragem)	Data (2ª Amostragem)	Dias com câmaras ativas	Nº de Estações	Nº de Deteções
Eucaliptais	Mortágua	27 Fev.- 1 Abr.	26 Jun.- 29 Jul.	66	25	9
	Góis	31 Jan.-3 Mar.	30 Jun.-30 Jul.	61	25	9
	Pampilhosa da Serra	2 Fev.-5 Mar.	2 Jul.-1 Ago.	60	25	22
	Fundão	4 Abr.-Mai.	6 Ago.-5 Set.	62	25	26
	Penamacor	6 Mar.-5 Abr.	4 Ago.-3 Set.	60	25	102
	Idanha-a-Nova	7 Mar.-6 Abr.	4 Ago.-3 Set.	60	22	10
	Fases de crescimento (Número de fotos)			Inicial	12	Total (eucaliptais) 178
				Intermédia	155	
				Final	11	
Caça	Diferentes níveis de intensidade de caça			Não intensiva		464
				Intensiva		39

Épocas	Diferentes épocas do ano			Chuvosa		77
				Seca		426
Habitats Nativos	Serra da Lousã	3 Fev.-8 Mar.	1 Jul.-31 Jul.	63	25	179
	Reserva Natural da Serra da Malcata	3 Abr.-3 Mai.	5 Ago.- 4 Set.	60	25	146
	Total (nativas)					325
Dias de Amostragem efetiva				2 120		Total 503

4.2 Padrões de atividade

4.2.1 Padrão global de atividade do Javali

A espécie demonstra ter hábitos maioritariamente noturnos, exibindo um aumento de atividade no período da noite (Figura.4.1), visto que apresenta uma elevada densidade de deteções neste período, e o pico de densidade de observações estimadas ocorre no mesmo. Inversamente, é possível observar que no período diurno existe um número reduzido de deteções.

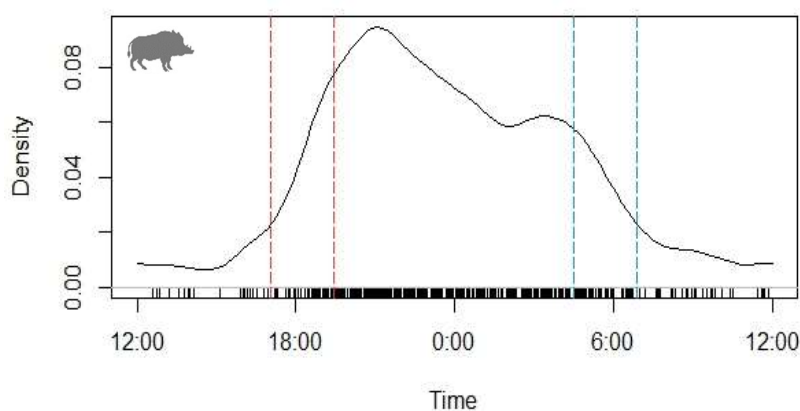










Figura 4.1 – Padrão de atividade do javali (*Sus scrofa*) nas oito áreas amostradas na região centro de Portugal, estimado a partir da hora das deteções efetuadas e baseado no método de densidade de Kernel, para um período de 24h. As linhas verticais representam o período do pôr (azul) e do nascer do sol (vermelho) (variação destes períodos entre o primeiro e o segundo período de amostragem). As linhas na base representam a hora a que cada fotografia foi obtida.




















Os valores estimados do Índice de Seletividade de Jacob (JSI; Tabela 4.2), confirmaram que o javali apresenta uma preferência pelo período da noite ($JSI_{noite} = 0,54$), exibindo um padrão de atividade unimodal, com um pico de atividade bem marcado situado entre as 18h00 e as 00h00 (Figura 4.1). Demonstra, também, tolerar os períodos do anoitecer ($JSI_{anoitecer} = 0,10$) e amanhecer ($JSI_{amanhecer} = -0,10$), evitando fortemente o período diurno ($JSI_{dia} = -0,68$).

Tabela 4.2 - Índice de Seletividade de Jacobs (JSI) do javali para cada um dos períodos do ciclo circadiano (valores médios e desvios padrão correspondentes) para a sua atividade global, por habitat (eucaliptais e ambientes nativos) e de acordo com as condições climáticas (época chuvosa e época seca).

	$JSI_{amanhecer}$ 	JSI_{dia} 	$JSI_{anoitecer}$ 	JSI_{noite} 
Global	-0,10 (0,082)	-0,68 (0,037)	0,10 (0,068)	0,54 (0,034)
Habitat (Eucaliptais)	-0,50 (0,085)	-0,84 (0,048)	-0,02 (0,135)	0,65 (0,050)
Habitat (Ambientes nativos)	-0,02 (0,076)	-0,70 (0,036)	0,10 (0,068)	0,54 (0,033)
Época chuvosa	0,07 (0,187)	-0,69 (0,089)	0,13 (0,168)	0,48 (0,090)
Época seca	-0,06 (0,083)	-0,69 (0,038)	0,09 (0,075)	0,55 (0,036)

Verificou-se também que esta espécie evidenciou uma preferência significativa por alguns períodos do dia em detrimento de outros (Tabela 4.3). Detetou-se uma preferência significativamente diferente entre todos os períodos do ciclo circadiano quando comparados entre si ($p < 0,001$). Assim sendo, os resultados indicam que o javali evidenciou a seguinte preferência ordenada pelos períodos do dia: Noite >> Anoitecer >> Amanhecer >> Dia.

Tabela 4.3 - T-test realizado para comparar os valores do JSI estimados para vários períodos do dia ( - Dia;  - Noite;  - Anoitecer/ pôr do sol; e  - Amanhecer/ nascer do sol) e para diferentes contextos: padrão global de atividade geral do javali, em Eucaliptais, em habitats nativos, e nas época chuvosa e seca[t-test (p-value)].

					
Global		-----	804.94 (p<0,001)	327.34 (p<0,001)	-91.24 (p<0,001)
			-----	-182.86 (p<0,001)	-921.48 (p<0,001)
				-----	-389.52 (p<0,001)
Eucaliptais		-----	677.02 (p<0,001)	179.99(p<0,001)	107.57 (p<0,001)
			-----	-147.45 (p<0,001)	-367.92 (p<0,001)
				-----	-95.43 (p<0,001)
Habitats Nativos		-----	804.94 (p<0,001)	327.34 (p<0,001)	254.61 (p<0,001)
			-----	-182.86 (p<0,001)	-213.71 (p<0,001)
				-----	-37.57 (p<0,001)
Época chuvosa		-----	292.34 (p<0,001)	135.88 (p<0,001)	115.57 (p<0,001)
			-----	-58.53 (p<0,001)	-63.17 (p<0,001)
				-----	-7.71 (p<0,001)
Época seca		-----	750.79 (p<0,001)	293.42 (p<0,001)	217.61 (p<0,001)
			-----	-175.28 (p<0,001)	-212.42 (p<0,001)
				-----	-42.06 (p<0,001)

4.2.2 Padrão de atividade do javali em contextos paisagísticos diferentes

4.2.2.1 Padrão de atividade em eucaliptais e áreas com vegetação nativa

O javali apresenta uma atividade marcadamente noturna, tanto nos eucaliptais como nos habitats predominantemente nativos (Figura 4.2). Em ambos os habitats, maior parte das observações estão concentradas no período da noite, tendo um pico evidente entre as 18h00 e as 00h00. Os valores de JSI (Tabela 4.2) vêm comprovar estes resultados, mostrando, no entanto, uma preferência ligeiramente mais acentuada pelo período noturno nos eucaliptais ($JSI_{\text{noite}}=0,65$), comparativamente à estimada para os habitats nativos ($JSI_{\text{noite}}=0,54$). Assim, nos eucaliptais, a espécie tende a evitar claramente o período diurno ($JSI_{\text{dia}} = -0,84$) e do amanhecer ($JSI_{\text{amanhecer}} = -0,50$) e a tolerar o período do anoitecer ($JSI_{\text{anoitecer}} = -0,02$). Nos habitats nativos, o javali evita claramente o período diurno ($JSI_{\text{dia}} = -0,70$) e tolera os restantes períodos ($JSI_{\text{amanhecer}} = -0,02$; $JSI_{\text{anoitecer}} = 0,10$). Deste modo, é possível constatar que no eucaliptal a espécie tende a não estar ativa na maior parte do ciclo circadiano, focando a sua atividade no período noturno, mas nas áreas de vegetação predominantemente nativa, este ungulado tende apenas a evitar fortemente o período diurno, tolerando os períodos crepusculares (anoitecer e amanhecer) e preferindo o período noturno.

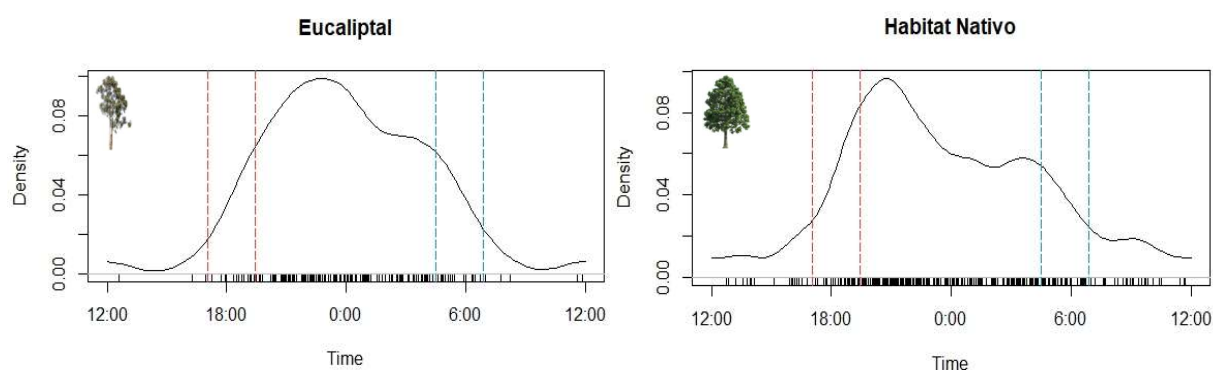


Figura 4.2 - Padrão de atividade do javali em dois habitats distintos (eucaliptais e áreas de vegetação predominantemente nativa), obtido através do método de densidade de Kernel.

O padrão de atividade do javali nos dois ambientes estudados (*i.e.*, eucaliptais e ambientes nativos) (Figura 4.3) apresenta um grau de similaridade elevado, uma vez que o coeficiente de sobreposição Δ_4 , que permite comparar os padrões de atividade, foi de 0.86 (IC95% [0.79 0.92]), o que qualifica o seu nível de sobreposição como elevado (Anexo 8.2). Ou seja, são detetadas apenas ligeiras diferenças na atividade deste ungulado no eucaliptal e nas áreas nativas.

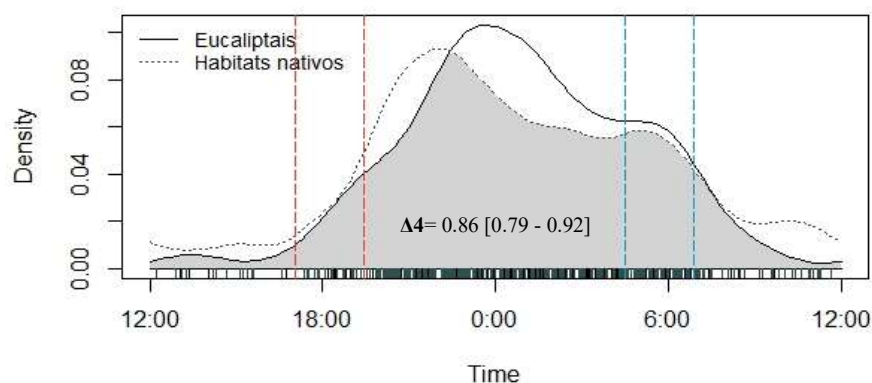


Figura 4.3 - Sobreposição entre os padrões de atividade do javali nos dois tipos de habitats: eucaliptais e nativos. A zona a cinzento corresponde à área de sobreposição entre os diferentes padrões de atividade.

4.2.2.2 Padrão de atividade nas diferentes fases de crescimento dos eucaliptais

Apesar de termos uma amostragem um pouco enviesada nas diferentes fases de exploração dos eucaliptais, uma vez que tivemos uma preponderância de dados na fase intermédia de exploração do eucaliptal (N=155; Tabela 4.1), a estimativa do padrão de atividade com base no método de densidade de Kernel (Figura 4.4), mostra que o padrão de atividade do Javali, aparentemente, se mantém, isto é, este ungulado apresenta uma atividade predominantemente noturna nas três fases de desenvolvimento. No entanto, o reduzido tamanho amostral para a fase inicial (N=12; Tabela 4.1) e adulta (N=11; Tabela 4.1) do eucaliptal implica que este padrão deva ser interpretado com algum cuidado. Por essa razão não foram estimados os valores dos JSI para cada período diário.

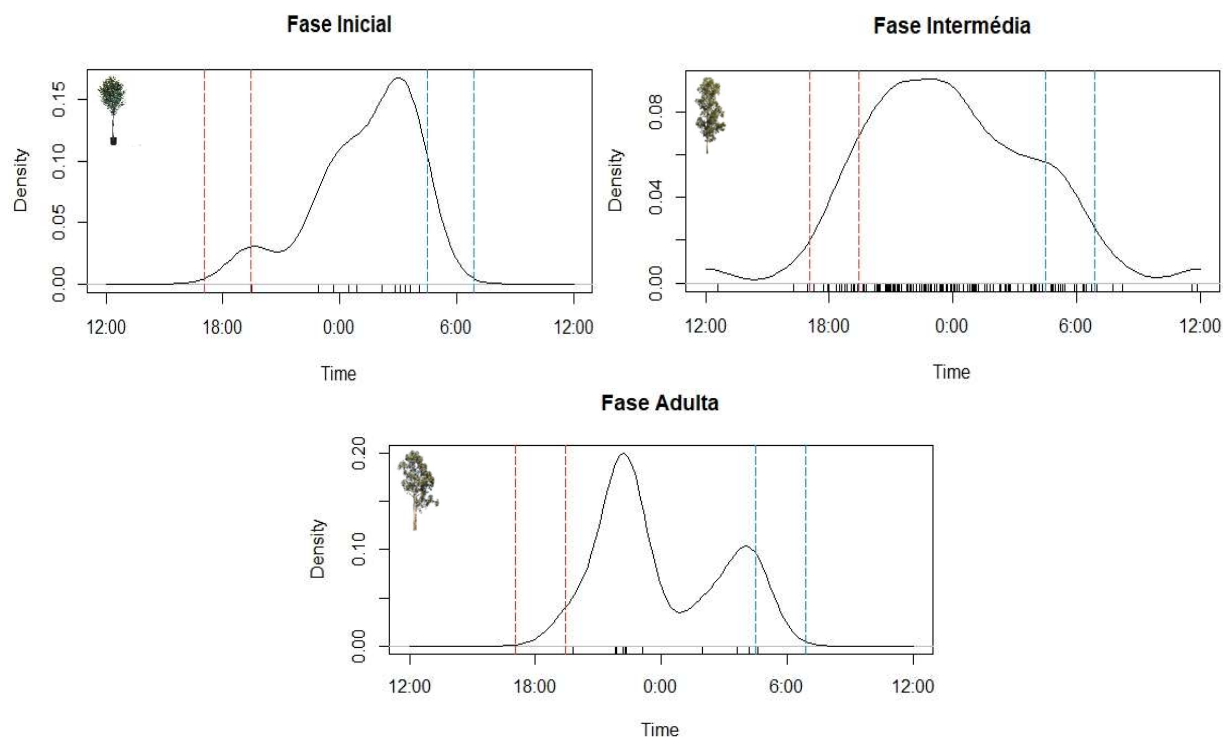


Figura 4.4 - Padrões de atividade da espécie-alvo, estimados através do método de densidade de Kernel, nas três fases de crescimento existentes no ciclo comercial de produção dos eucaliptais: fase inicial, fase intermédia e fase adulta.

Relativamente à sobreposição entre padrões de atividade nas três fases de crescimento dos eucaliptais, é possível visualizar algumas diferenças entre eles, uma vez que, em nenhum dos casos, parece existir uma grande área de sobreposição (Figura 4.5). Os coeficientes de sobreposição $\Delta 4$ confirmam este padrão, uma vez que o valor mais elevado de sobreposição foi estimado para a comparação entre a fase inicial/intermédia e a fase intermédia/final (ambas com um $\Delta 4 = 0.63$), sendo, no entanto, considerado este valor de nível de sobreposição moderado. A sobreposição entre a fase inicial e a fase final/pré-corte do eucaliptal atingiu um valor de $\Delta 4 = 0.51$ (IC95% [0.46 1.05]), que embora seja mais reduzido, é igualmente considerado moderado (Anexo 8.2).

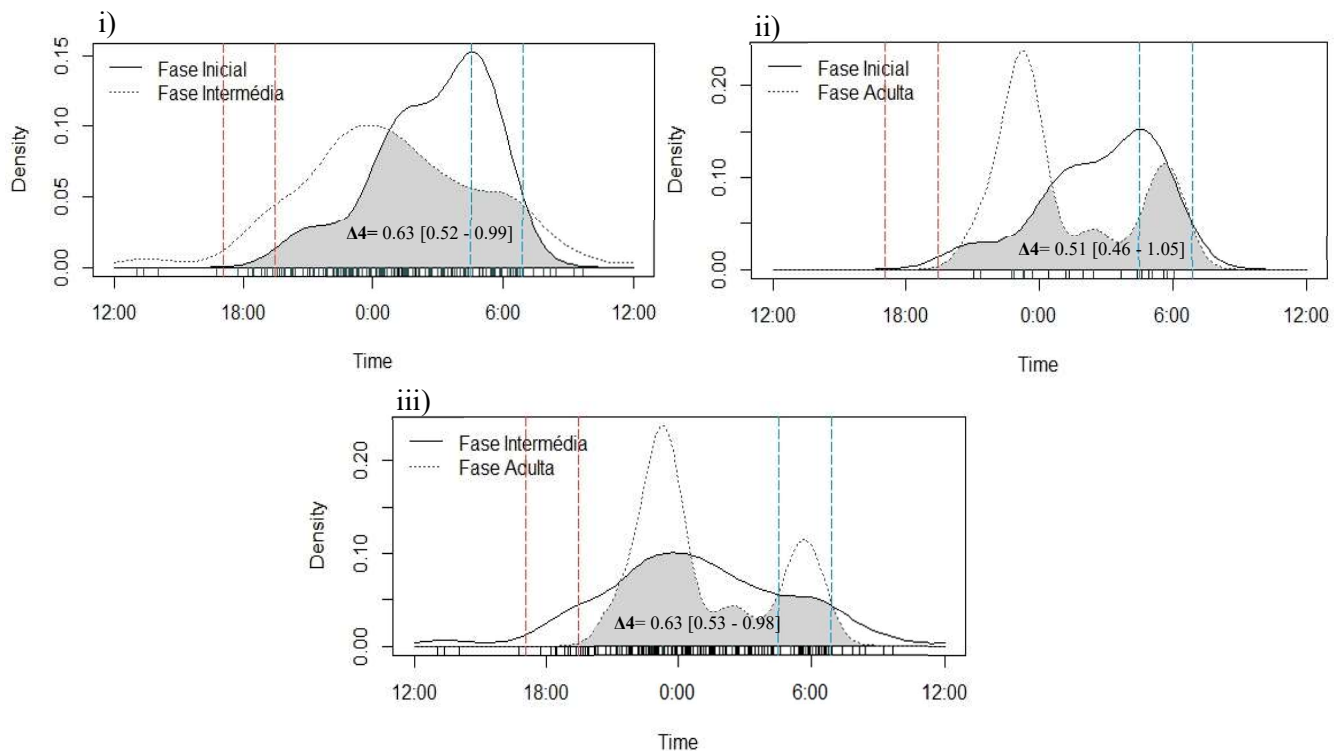


Figura 4.5 – Sobreposição dos padrões de atividade do javali nas três fases de crescimento existentes na exploração dos eucaliptais. i) entre a fase inicial e a fase intermédia; ii) entre a fase inicial e a fase adulta; e iii) entre a fase intermédia e a fase adulta.

4.2.2.3 Padrão de atividade do javali em diferentes níveis de intensidade de caça

Tal como acontece anteriormente, a estimativa dos padrões de atividade da espécie-alvo nos dois períodos de caça, caracterizados por diferentes níveis de intensidade (períodos onde ocorrem as montarias e restante época venatória), também se encontra enviesada. A permissão para a realização de caça considerada intensiva (*i.e.*, período de montarias) começa em outubro e acaba no final de fevereiro, apanhando apenas um mês do nosso período de amostragem, o que faz com que o número de observações no período de caça intensiva seja mais reduzido ($N=39$; Tabela 4.1), comparativamente ao período de caça não intensiva ($N=464$; Tabela 4.1). No entanto, alguns padrões podem ser evidentes. O período de caça não intensiva apresenta um padrão de atividade bastante semelhante ao padrão geral da espécie, mostrando que, durante este período, o javali tem uma atividade predominantemente noturna (Figura 4.6), enquanto no período de caça intensiva a espécie apresenta um padrão temporal bastante irregular, com dois picos de densidade de observações (Figura 4.6). Mais uma vez estas diferenças devem ser analisadas com algum cuidado, uma vez que o número de observações de javali nos dois períodos é heterogêneo. Por essa razão não foram estimados também os valores dos JSI para cada período diário.

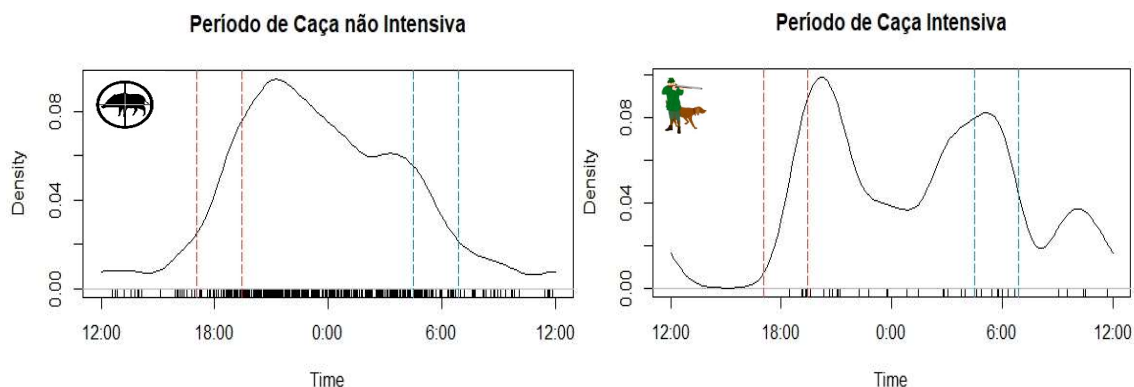


Figura 4.6 - Padrões de atividade do javali, quando exposto a períodos de caça com diferentes níveis de intensidade: período de caça intensiva e período de caça não intensiva, estimados através do método de densidade de Kernel.

Quanto à sobreposição entre estes dois padrões de atividade, podem ser observadas algumas diferenças, embora, à primeira vista, não existe uma grande área de sobreposição (Figura 4.7). O coeficiente de sobreposição $\Delta 4$ parece comprovar este padrão, visto que, o valor deste coeficiente é $\Delta 4 = 0.74$ (IC95% [0.63 - 0.88]), sendo considerado como um valor moderado (Anexo 8.2), ou seja, já existem algumas diferenças, entre os dois padrões de atividade. No entanto, como o tamanho amostral do período de caça intensiva, referido anteriormente, é mais reduzido, este resultado tem que ser analisado com algumas reservas.

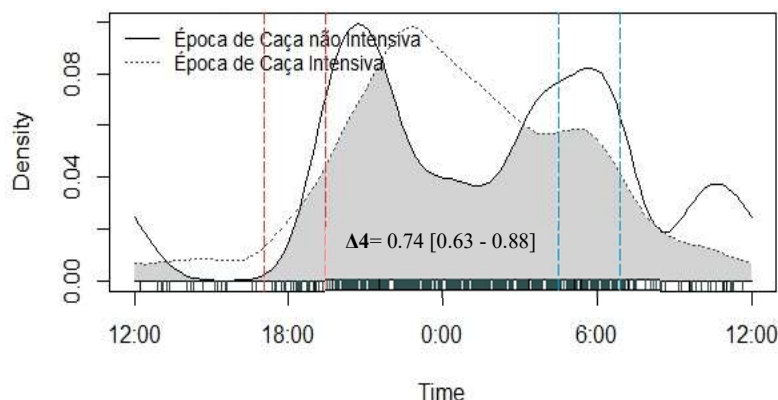


Figura 4.7 – Sobreposição dos padrões de atividade do javali nos diferentes períodos de caça (não intensiva e intensiva).

4.2.2.4 Padrão de atividade do javali em diferentes condições climáticas: época chuvosa e época seca

Assim como nos padrões de atividade descritos anteriormente, o javali mostra uma clara preferência pelo período da noite durante todo ano, tanto na época chuvosa, como na época seca (Figura 4.8). Na época chuvosa existem dois picos de atividade evidentes, enquanto na época seca existe apenas um. No entanto, todos se encontram entre as 18h00 e as 00h00. Aparentemente, a densidade de observações mantém-se elevada durante um intervalo horário mais prolongado durante a época chuvosa, levando à

formação de quase dois picos de atividade consecutivos, o que permite especular que a espécie mantenha uma atividade noturna mais intensa, durante um maior período de tempo, nesta época. No entanto, olhando para os valores de JSI (Tabela 4.2), é possível comprovar que a espécie está mais ativa no período da noite durante a época chuvosa ($JSI_{noite}=0,48$), mas durante época seca o valor de JSI é superior ($JSI_{noite}=0,55$). É de salientar que existem menos observações durante a época chuvosa, o que pode enviesar um pouco este resultado. A espécie parece evitar estar mais ativa durante o período diurno, tanto na época chuvosa como na seca (ambos $JSI_{dia}=-0,69$), tolerando os períodos do amanhecer e do anoitecer em ambas as épocas (Tabela 4.2).

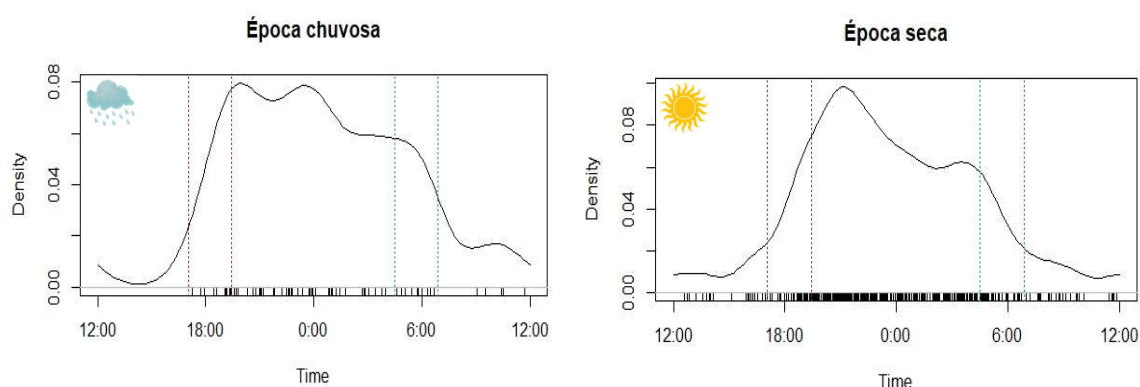


Figura 4.8 - Padrões de atividade do javali, obtidos através do método de densidade de Kernel, em condições climáticas diferentes, em época chuvosa e seca.

Os padrões de atividade do javali nas duas épocas do ano (Figura 4.9), apresentam um elevado grau de similaridade, dado que o coeficiente de sobreposição $\Delta 4$ tem um valor de 0.87 (IC95% [0.83 - 0.98]), o que significa que o seu nível de sobreposição é considerado elevado (Anexo 8.2), isto é, são apenas encontradas pequenas diferenças no padrão de atividade do javali na época chuvosa e na época seca.

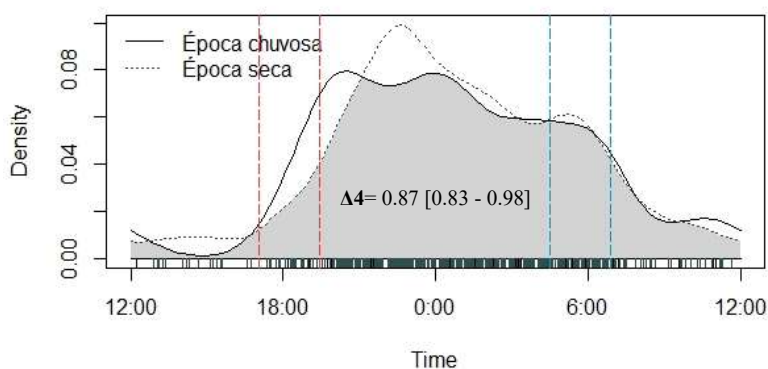


Figura 4.9 – Sobreposição dos padrões de atividade do javali nas diferentes épocas: chuvosa e seca.

4.3 Fatores de perturbação humana

Foram detetados inúmeros fatores de perturbação antropogénica direta no decurso da amostragem (Figura 4.10), nomeadamente, a presença de animais domésticos (*i.e.*, cão, gato e gado), humanos e veículos (motorizados e agrícolas). A maioria das observações foram captadas durante o período diurno (N=111) e não foram captadas observações durante o período do pôr-do-sol/anoitecer. Os fatores de perturbação de origem antrópica mais registados foram a presença de gado (N=34) e de pessoas (N=32), seguidas do aparecimento de cães (N=23) e veículos agrícolas (N=22). Estas observações ocorreram maioritariamente na Serra da Lousã (N=29; Anexo 8.3), seguida da área do Fundão (N=26) e de Idanha-a-Nova (N=23).

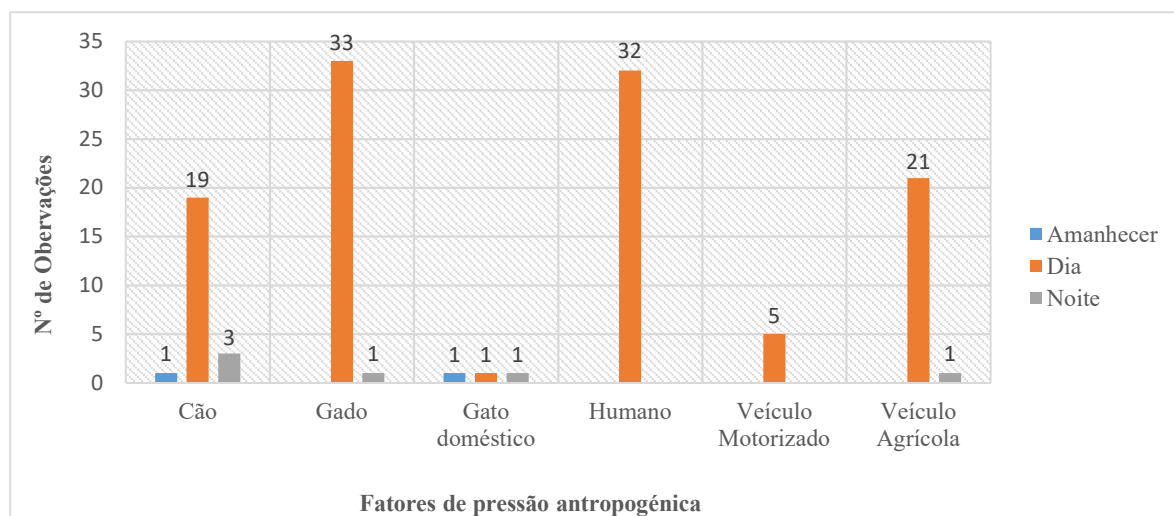


Figura 4.10 – Número de observações de cada fator de perturbação antrópica direta, por período do dia (*i.e.*, Amanhecer, dia e noite), com exceção o anoitecer/pôr-do-sol, onde não foi registada qualquer observação.

As áreas que conjugam um maior número de fatores antrópicos indiretos são as de Idanha-a-Nova, Penamacor e Fundão. Assim sendo, é possível observar que as áreas com uma média de número de fatores mais elevada se localizam todas a Este de Portugal.

Tabela 4.4 - Média do número de fatores de perturbação indireta (*i.e.*, Parques eólicos, linhas de alta tensão, trilhos de BTT/motorizados, caça, incêndios, etc.) existentes em cada área de estudo.

Local de amostragem	Média de fatores antrópicos
Góis	1,88
Pampilhosa	2,32
Lousã	1,08
Mortágua	1,32
Penamacor	2,92
Idanha-a-Nova	3
Malcata	2,12
Fundão	2,84

5. Discussão

A análise dos padrões de atividade do javali na região centro de Portugal, realizada em diferentes contextos paisagísticos mediterrânicos, permitiu identificar uma preferência constante pelo período noturno, independentemente da variável em estudo. Estes resultados corroboram com outros estudos, mais antigos, realizados na região mediterrânica, nomeadamente Boitani *et al.* (1994), que sugere que a espécie adopta um comportamento noturno quando é confrontada com um determinado grau de pressão antrópica. Por outro lado, nenhuma das restantes hipóteses se confirmou. Os eucaliptais não aparentam ter um impacto significativamente negativo no padrão de atividade da espécie, como seria de esperar devido à pressão antrópica associada aos mesmos. As diferentes condições climáticas também não influenciam o padrão de atividade da espécie, contrariamente ao que foi descrito para outros mamíferos (e.g. Pagon *et al.* 2013; Villela *et al.* 2020) e até mesmo para a própria espécie (e.g. Ogurtsov *et al.* 2018; Lemel *et al.* 2003). Relativamente às diferentes fases de desenvolvimento dos eucaliptais e aos diferentes níveis de intensidade de caça, não foi possível estimar, com certeza, se existiam variações no padrão de atividade da espécie. Esta incerteza foi provocada pelo enviesamento dos dados, em ambas as análises. É sugerido que, para futuros estudos, sejam repetidas estas duas últimas análises e que seja realizado, adicionalmente, um estudo do padrão espacial para perceber como é que a espécie usa espacialmente as áreas de eucaliptal.

5.1 Padrão de atividade geral do Javali

De acordo com os resultados obtidos, o javali apresenta, globalmente, uma preferência pelo período da noite ($JSI_{\text{noite}} = 0,54$), adaptando as suas rotinas diárias a este período do dia, especialmente a procura e ingestão de alimento, que são as atividades onde usualmente a espécie despende mais tempo do seu período de atividade (Cahill *et al.* 2003). Deste modo, a espécie, na região centro de Portugal, apresenta um padrão de atividade diária idêntico ao descrito para outras áreas da sua distribuição geográfica, incluindo a região Mediterrânica (Boitani *et al.* 1994; Campbell & Long 2010; Keuling *et al.* 2008; Lemel *et al.* 2003; McIlroy 1989), o que corrobora a nossa primeira hipótese (H1). Este padrão pode ter surgido pois, tal como foi sugerido por Ohashi *et al.* (2013), a espécie tem bastante plasticidade adaptativa, nomeadamente no seu período de atividade, alternando facilmente entre comportamentos diurnos e noturnos, quando confrontada com um determinado nível de pressão antropogénica, o que aparentemente aconteceu neste estudo, visto que, todas as áreas monitorizadas apresentavam, pelo menos, mais que um fator de perturbação humana direta e indireta (Anexo 8.3; Tabela 4.4). Na maioria das áreas amostradas era permitida a prática de caça e, em algumas delas, existiam pontos de amostragem que se situavam também bastante perto de infraestruturas que induziam perturbações antrópicas indiretas (e.g. estradas, parques eólicos, habitações). Foram também registados, através de foto-armadilhagem, fatores de perturbação antrópica direta, no decorrer da amostragem, por período do ciclo diário (Figura 4.10). A presença humana (*i.e.*, caminhanes/trabalhadores/caçadores) e de animais domésticos (cão e gado) foram os fatores mais registados, ao longo do período de amostragem, seguidos do aparecimento de veículos agrícolas (Figura 4.10). A maior parte das observações ocorreram no período diurno. Deste modo, é possível assumir que a pressão antropogénica é aparentemente elevada, em praticamente toda a área de estudo, e ocorre maioritariamente durante o dia, o que pode justificar o comportamento noturno da espécie. Por outro lado, alguns autores afirmam que a plasticidade adaptativa desta espécie lhe permite lidar com os diversos fatores de perturbação de origem antrópica (e.g.

Podgórski *et al.* 2013) e que a atividade tipicamente noturna desta espécie estará relacionada com as condições climáticas, em particular na região mediterrânica, caracterizada por verões quentes e secos e invernos amenos (Blondel *et al.* 2010). Assim, é mencionado que a adoção da atividade noturna poderá ser uma estratégia de baixo custo para atingir um balanço térmico ótimo (*i.e.*, termorregulação comportamental; Brivio *et al.* 2017).

Relativamente aos restantes períodos do ciclo circadiano, a espécie tende a evitar o período diurno ($JSI_{dia} = -0,68$) e a tolerar o período do amanhecer e do anoitecer ($JSI_{amanhecer} = -0,10$; $JSI_{anoitecer} = 0,10$). A relação negativa com o período diurno, e também com o período do amanhecer, poderá novamente estar relacionada com a atividade humana, que é mais elevada durante o dia e, nos meios rurais onde o trabalho foi implementado, também ocorre, mas de uma forma menos intensa, durante o período do amanhecer, uma vez que as atividades agrícolas começam bem cedo, junto ou logo após o nascer do sol (obs. pessoal). Ao anoitecer/pôr-do-sol, a atividade humana diminui um pouco nas zonas agrícolas/silvícolas, o que poderá levar a que o javali consiga explorar estas zonas perto do pôr do sol, e por isso, foi detetada uma preferência ligeiramente positiva por este período do dia.

5.2 Padrão de atividade em eucaliptais e em áreas com vegetação nativa

Tanto nos eucaliptais ($JSI_{noite} = 0,65$), como nas áreas predominantemente nativas ($JSI_{noite} = 0,54$), a espécie continua a apresentar hábitos maioritariamente noturnos. No entanto, a espécie parece apresentar ligeiras diferenças no período de atividade, quando usa os ambientes nativos ou os eucaliptais, com uma ligeira preferência pelo período noturno e uma redução do período ativo nos ambientes antrópicos. Assim sendo, os resultados apoiam parcialmente a hipótese dois (H2), visto que, a espécie se torna efetivamente mais noturna, no entanto, não o suficiente para ser considerada uma alteração significativa. Nas áreas de eucaliptal, o javali para além da preferência pelo período noturno, tende apenas a tolerar o período do anoitecer e a evitar bastante os restantes períodos, ao contrário do que acontece nos habitats nativos, onde a espécie parece tolerar os períodos crepusculares (amanhecer e anoitecer), evitando apenas a atividade diurna. Estas ligeiras diferenças podem estar relacionadas com o grau e frequência das atividades antrópicas em ambas as paisagens, uma vez que, nas áreas de vegetação nativas a pressão antropogénica é, possivelmente, um pouco menor do que nos eucaliptais, o que permite que a espécie possa iniciar ou terminar (*e.g.* procura de alimento e de refúgio, respetivamente) a sua atividade noturna nos períodos crepusculares. Este aumento do período de atividade na ausência ou redução da perturbação antrópica já foi descrita para uma população italiana de javali, residente no Parque Natural de Maremma (Russo *et al.* 1997). Nesta região, onde a pressão humana é quase nula, os javalis estendem a sua atividade até, inclusive, ao período diurno. O padrão detetado nas áreas naturais deste estudo parece mudar nos eucaliptais, visto que, a espécie nestas paisagens tende a evitar tanto o período diurno como o período do amanhecer, pois correspondem aos períodos de maior atividade humana. Como acontece com áreas predominantemente agrícolas, as atividades de manutenção e gestão florestal e silvícola ocorrem durante o dia, começando normalmente bem cedo, logo após o nascer do sol, e terminando antes do pôr do sol (obs. pessoal). Assim, existe uma afluência mais elevada de trabalhadores nas áreas de produção florestal nesses períodos, tanto a efetuar o corte da madeira, como na manutenção dos talhões produtivos e na replantação dos terrenos desflorestados. Durante o período do anoitecer há uma redução acentuada da presença de trabalhadores silvícolas, o que faz com que os animais possam iniciar

a sua atividade nestas áreas (*e.g.* procura de alimento, patrulhamento do território) mais cedo, o que se traduz numa redução da escala de aversão a este período.

Apesar das pequenas diferenças encontradas, estes resultados demonstram que os eucaliptais, aparentemente, não têm uma influência significativamente negativa no padrão de atividade dos javalis, quando comparados com habitats predominantemente nativos. Este padrão poderá ser justificado pelo facto da espécie ter um comportamento generalista, estando bem adaptada a um diverso conjunto de condições ambientais, até mesmo a ambientes mais extremos e desafiantes (Baskin & Danell 2003). Apesar da inexistência de um efeito claro, cerca de dois terços das observações ocorreram nas áreas predominantemente nativas (Tabela 4.1), o que faz com que provavelmente, apesar da espécie manter o mesmo padrão de atividade em ambos os habitats, use com mais frequência (*i.e.*, tenha uma maior probabilidade de ocupação) estas áreas naturais (Virgós *et al.* 2002). No entanto, esta possível variação espacial necessita de ser confirmada por abordagens focadas nos padrões espaciais da espécie (*e.g.* modelos de ocupação; MacKenzie *et al.* 2006). Apesar da espécie usar frequentemente áreas agrícolas, ou os seus ecótopos para a procura de alimento (Fattorini & Ferretti 2020), a verdade é que a baixa disponibilidade de alimento nos eucaliptais (associada à reduzida biodiversidade; Da Silva *et al.* 2019) pode fazer com que muitas espécies procurem ambientes nativos para satisfazer as suas necessidades energéticas (Cruz *et al.* 2015).

Tendo em conta esta possível discrepância nas estratégias espaciais e temporais do uso dos eucaliptais, é urgente perceber qual padrão de uso espacial das plantações de eucalipto (*e.g.* com recurso a telemetria GPS), de modo a compreender como é que estes dois padrões (espacial e temporal), possivelmente distintos, se relacionam e quais os processos e mecanismos ecológicos que determinam o uso temporal e espacial destas monoculturas criadas pelo homem. Para além disso, as diferenças detetadas nos padrões de atividade, nos dois tipos de paisagem, não são muito elevadas. Este cenário poderá estar relacionado com o facto de as áreas naturais não estarem completamente livres de impactos antropogénicos (que serão certamente superiores nas florestas de produção), ainda com algumas atividades de carácter mais lúdico a ocorrer nestas paisagens (*e.g.* pedestrianismo, BTT, caça). Como o javali tem plasticidade para alterar o seu comportamento diário, para mais noturno, quando confrontado com um determinado nível de pressão antropogénica (Ohashi *et al.* 2013), este uso da paisagem natural pelo Homem, pode atenuar os efeitos preditos para estas áreas. Assim sendo, num cenário ideal, em estudos futuros, que pretendam testar mais exaustivamente o efeito das perturbações antrópicas na atividade deste ungulado, deverão ser incluídas áreas naturais que contenham zonas de acesso restrito (*i.e.*, garantidas por legislação e/ou determinadas pelos planos de gestão das áreas, e pelo seu carácter remoto de difícil acesso ao Homem). No entanto, esta exigência é difícil de cumprir, de uma forma geral, em Portugal. Ainda assim, só deste modo é que será possível excluir, por completo, a interferência de fatores que ainda atuam nas áreas naturais portuguesas, como por exemplo, caça ou a presença de infraestruturas antrópicas (*e.g.* habitações e parques ecológicos).

5.3 Padrão de atividade nas diferentes fases de crescimento dos eucaliptais

Apesar de os nossos dados indicarem uma ligeira alteração dos padrões de atividade do javali consoante a fase de exploração dos eucaliptais, as três fases analisadas apresentam um padrão de atividade similar ao que é descrito para a espécie (*i.e.*, uma atividade predominantemente noturna; Boitani *et al.* 1994; Campbell & Long 2010; Keuling *et al.* 2008; Lemel *et al.* 2003). Este resultado não nos permite

corroborar a nossa terceira hipótese (H3), que defendia que existiria uma variação dos padrões de atividade desta espécie, consoante a estrutura da paisagem típica de cada fase. No entanto, temos que salientar que esta ausência de diferenças deve que ser interpretada com algum cuidado, uma vez que a amostragem nas três fases consideradas neste estudo está um pouco enviesada. Existe uma variação na percentagem das diferentes fases de desenvolvimento das plantações de eucalipto: fase intermédia (87% das deteções); fase inicial (7% das deteções) em fase final (6% das deteções). Assim, devido ao reduzido tamanho amostral nestas duas últimas fases, não é possível afirmar, com certeza, que a espécie mantém o mesmo padrão de atividade ao longo de todo o ciclo produtivo dos eucaliptais.

No entanto, apesar destas limitações, e de os resultados não serem conclusivos, verificamos que existe alguma heterogeneidade temporal entre estes sistemas, com os três tipos de habitats a apresentarem estruturas um pouco diferentes no que concerne à atividade noturna (Figura 4.4). Os eucaliptais numa fase de desenvolvimento inicial são mais usados por espécies de micromamíferos (*e.g.* Teixeira *et al.* 2017) do que, possivelmente, por mamíferos de grande porte, incluindo o javali, visto que são áreas onde as plantações são compostas apenas por espécimes jovens, com um tamanho e estrutura idênticos aos de um arbusto. Esta estrutura faz com que as espécies de grande porte fiquem bastante mais expostas, o que é um fator importante em habitats cujo impacto antropogénico é elevado, e para espécies que muitas vezes são alvo da atividade cinegética, como o javali. Assim, nestes ambientes a espécie parece preferir estar mais ativa a meio da noite, com um pico entre as 3h00 e as 4h00. Para além disso, Timo *et al.* (2014) sugere que, à medida que o habitat se vai aproximando do estágio final de desenvolvimento (fase adulta/pré-corte), a diversidade específica e a frequência de ocorrência começam a diminuir em todos os níveis tróficos, provavelmente devido às atividades de limpeza do sub-bosque, que são implementadas para facilitar o corte das árvores (Wagner *et al.* 2006) e diminuir o risco de incêndios. Esta limpeza também faz com que mamíferos de grande porte possam evitar utilizar estes habitats, ou reduzir a sua atividade a períodos mais noturnos nesta fase. Deste modo, pode considerar-se que, apesar do enviesamento amostral, associado às fases de desenvolvimento inicial e final do ciclo produtivo do eucalipto, o javali parece manter a atividade noturna, evitando ainda mais as os períodos do amanhecer e anoitecer, reduzindo assim o risco de ser detetado. Inversamente, nas áreas de fase de crescimento intermédio, onde a espécie poderá estar menos exposta aos perigos existentes, o javali, apesar de manter uma atividade predominantemente noturna, já evidencia alguma atividade nos períodos crepusculares. O uso destes períodos poderá estar associado ao facto dos espécimes de eucalipto já terem um tamanho considerável e o sub-bosque ainda apresenta uma estrutura arbustiva, o que confere aos talhões mais zonas de refúgio, onde o javali se pode proteger contra alguns dos fatores de perturbação, nomeadamente da caça. No entanto, a menor representatividade das fases inicial e final do ciclo de produção do eucalipto na nossa amostra poderá estar relacionada com duas hipóteses. Uma delas é que este enviesamento poderá estar associado ao facto de terem sido amostradas mais áreas em fase intermédia (77% dos pontos de amostragem em eucaliptais) do que nas restantes fases de do ciclo de produção do eucalipto (inicial=11%; final= 12%), resultado de um erro na construção e estabelecimento das grelhas da área de estudo. Outra das hipóteses, é que esta falta de dados poderá indiciar que a espécie evita estes dois tipos de habitat. Uma vez que, a gestão sustentável destas plantações só é possível quando baseada em dados científicos sólidos, é recomendado que seja feita uma avaliação à forma como os javalis utilizam espacialmente as áreas de eucaliptal, especialmente porque são afetadas por uma heterogeneidade temporal. Deste modo, será necessário implementar um estudo com uma perspetiva espaço-temporal, para confirmar, não só os padrões de atividade da espécie nas diferentes fases de desenvolvimento das plantações, como também os seus padrões de uso do espaço, a fim de entendermos os mecanismos ecológicos que estão a determinar o uso diferenciado, em termos temporais destes ambientes.

5.4 Padrão de atividade a diferentes níveis de intensidade de caça

Os resultados obtidos mostram uma diferença aparente entre o padrão de atividade da espécie em período de caça não intensiva e em período de caça intensiva (*i.e.*, montarias), com um coeficiente de sobreposição ($\Delta 4 = 0.74$ (IC95% [0.63 0.88])), considerado moderado (Anexo 8.2). No entanto, estes resultados não são muito robustos, uma vez que o número de deteções durante período de caça intensiva é limitado. Mesmo assim, é possível observar que, o padrão de atividade durante o período de caça intensiva tem dois picos nos períodos crepusculares, estando menos ativa do que o esperado durante o período da noite. Este padrão não suporta a hipótese apresentada (H4), que defendia que a espécie apresentaria uma maior atividade noturna durante o período de montarias (Keuling *et al.* 2008). Para além disso, a espécie tem um pico mais pequeno de atividade por volta das 10h00, o que é atípico, visto que tende a não estar ativa durante o período diurno, para evitar ser detetada por caçadores e/ou cães de caça (Ohashi *et al.* 2013). Além disso, este pico de atividade vai coincidir com a altura do dia em que são realizadas a maioria das montarias, ou seja, durante a manhã (Vajas *et al.* 2020). A falta de influência do período de caça intensiva no padrão de atividade da espécie poderá estar associada ao facto, deste estudo não coincidir inteiramente com este período, uma vez que teve início apenas em fevereiro (*i.e.*, último mês desta época). No entanto, é possível que esta espécie cinegética possa apresentar adaptações no padrão de atividade, optando por uma redução da atividade no período noturno na época das montarias, dado que tende a evitar os picos de atividade humana (Keuling *et al.* 2008; Lemel *et al.* 2003). Uma vez que o javali tem uma elevada plasticidade comportamental (Podgórski *et al.* 2013), as suas populações conseguem adaptar-se, tornando-se mais noturnas com o aumento da intensidade da caça, evitando assim estar ativas durante as horas a que as montarias são habitualmente realizadas (Vajas *et al.* 2020).

No entanto, não podemos excluir que o padrão de atividade, que detetámos na época de caça não intensiva, possa corresponder efetivamente ao padrão típico de populações sujeitas a um regime cinegético constante. Em terrenos cinegéticos ordenados a caça é permitida durante toda a época venatória em Portugal (Decreto-Lei n.º 202/2004 - Diário da República n.º 194/2004, Série I-A de 2004-08-18), salvo algumas exceções. Assim, a espécie não sentiria necessidade de alterar significativamente o seu padrão de atividade, quando é sujeita a um diferente nível de intensidade de caça. Com a constante ocorrência deste tipo de pressão antrópica, as populações de javali podem-se ter habituado à atividade cinegética. Por outro lado, na perspetiva da espécie, as diferenças entre estes diferentes níveis de intensidade de caça (montarias vs. esperas ao luar) poderão não ter um impacto assim tão diferente no comportamento da espécie, uma vez que os cães de caça (*i.e.* principal fator que confere uma maior intensidade às montarias) podem saturar-se facilmente após poucos encontros com a espécie (Caley & Ottley 1995; Scillitani *et al.* 2010; Vajas *et al.* 2020), não induzindo impactos a larga escala, mas apenas em pequenas populações ou em indivíduos isolados (Caley & Ottley 1995).

5.5 Padrão de atividade nas diferentes épocas do ano

Apesar de terem sido descritas, frequentemente, variações sazonais nos padrões de atividade de mamíferos (*e.g.* Pagon *et al.* 2013; Villela *et al.* 2020), e mesmo no do javali (*e.g.* Ogurtsov *et al.* 2018; Lemel *et al.* 2003), no presente estudo não detetámos diferenças significativas, relativamente ao padrão de atividade, entre as duas épocas consideradas: chuvosa e seca (Tabela 4.2). Esta ausência de diferenças não corrobora com a hipótese inicialmente apresentada (H5). Os padrões de atividade de mamíferos são frequentemente influenciados pelas condições climáticas, pela disponibilidade de alimento, pela duração dos dias, ou pela ação conjunta destes fatores (Keuling *et al.* 2008). As condições climáticas mais extremas usualmente ocorrem na estação chuvosa e fria (no hemisfério norte), embora em algumas zonas Mediterrânicas o verão seja igualmente desafiante. Estas condições colocam desafios em termos fisiológicos que fazem com que as espécies reduzam a sua atividade nessas condições (Noonan *et al.* 2014), para reduzir os gastos energéticos associados à termoregulação. Por outro lado, uma redução na disponibilidade de alimento, induz uma maior necessidade em aumentar o período em atividade para otimizar a procura e deteção de alimentos (*i.e.*, necessidade de aumentar o grau de precisão na procura ou efetuar maiores deslocamentos para encontrar alimento) (van der Vinne *et al.* 2014). Finalmente, a duração do período noturno pode igualmente influenciar o uso dos outros períodos, por animais tipicamente noturnos, especialmente se os recursos forem escassos, e as horas da noite insuficientes para os detetarem (Keuling *et al.* 2008). A variação destes fatores está frequentemente associada às diferentes épocas/estações do ano. Deste modo, o resultado esperado seria que durante a época chuvosa (*i.e.*, outono e inverno), e especificamente na nossa área de estudo, onde os verões são menos extremos que no Sul da Península Ibérica, a espécie adotasse estratégias mais eficazes para poupar energia (Massei *et al.* 1997), com por exemplo, a diminuição do período de atividade para reduzir a sua exposição a condições adversas. No entanto, esta variação não foi confirmada pelos nossos resultados. Também seria de esperar, e não foi registado, que durante a época seca, especialmente nos meses de verão, a espécie aumentasse a sua atividade noturna para procurar alimento (devido a uma maior escassez de recursos; De Mendoza *et al.* 2006) e conseguir satisfazer as suas necessidades energéticas, estendendo também, com o mesmo intuito, a sua atividade no período diurno (Keuling *et al.* 2008). Esta atividade tem tendência a aumentar, principalmente nos meses de maio, junho e julho (Russo *et al.* 1997), evitando apenas o mês de agosto, possivelmente por este ser, usualmente, o mês onde as temperaturas são mais elevadas.

No entanto, várias razões podem ser avançadas para explicar a ausência de variação sazonal no padrão de atividade que detetámos. Esta ausência pode estar associada ao facto da variação da disponibilidade de recursos nas plantações de eucalipto não ser muito grande (Cruz *et al.* 2015), o que poderá levar a espécie a manter a mesma estratégia de aquisição de recursos tróficos na época chuvosa e na época seca. Outra hipótese poderá estar associada à eventual variação climática (*i.e.*, diferenças significativas de temperatura, precipitação, etc.), que provocaria as esperadas diferenças sazonais no padrão de atividade. Nas nossas áreas de estudo, e durante o período de aquisição de dados, a variação climática não foi assim tão extrema como seria de esperar. A temperatura média na época chuvosa foi de 13.3°C e na época seca de 17.8°C, existindo uma diferença de apenas de 4.5°C entre as duas épocas, o que não é considerada uma variação extrema de temperatura. Todavia, é aconselhado, mais uma vez, que o presente estudo possa ser replicado para que seja possível ter uma avaliação mais robusta da forma como a sazonalidade pode limitar os padrões de atividade, uma vez que no presente estudo apenas foi amostrado cerca de um mês e meio da época chuvosa. Esta limitação amostral poderá ter limitado a capacidade de identificar variações sazonais nos padrões de atividade da espécie.

6. Conclusão

O presente estudo contribui para aumentar a informação ecológica acerca das populações Mediterrânicas de javali, para as quais existem ainda algumas lacunas (Cahill *et al.* 2003; Tack 2018), apesar do constante aumento das suas populações (Morelle *et al.* 2015). Este estudo identificou o padrão temporal deste ungulado, na região centro de Portugal, quando sujeito a diferentes contextos paisagísticos e a diversos fatores de pressão antrópica. A descrição dos padrões e sua variação é crucial para melhorar a gestão sustentável da espécie, assim como de outras espécies mais sensíveis. Esta descrição faz com que seja possível minorar o impacto que determinados fatores têm no comportamento destas espécies. Este estudo mostra sobretudo que o javali apresenta uma preferência constante pelo período noturno, independentemente da estação do ano, do nível de intensidade da caça ou do habitat analisado, padrão este, frequentemente descrito para ambientes alterados. Estes resultados seguem o padrão esperado visto que, quando a pressão antropogénica é elevada, as populações de javali tendem a alterar o seu padrão de atividade a fim de evitar o contacto com o homem, ou com as suas atividades (Ohashi *et al.* 2013). Os eucaliptais, parecem não ter um efeito significativamente negativo no padrão temporal das populações de javali. No entanto, esta ausência de efeito detetável em relação à dimensão temporal do nicho necessita de ser interpretada com cuidado, numa perspetiva mais global, uma vez que o mesmo efeito neutro pode não acontecer quando falamos do padrão espacial. Os padrões identificados neste estudo, permitem delinear algumas sugestões de ações práticas que possam ser implementadas, a fim de promover uma gestão mais sustentável e manter o valor conservacionista complementar destas paisagens silvícolas, neste caso aplicada para o javali. Uma dessas práticas seria reduzir a presença humana durante os períodos crepusculares nos eucaliptais, principalmente em plantações em fase de desenvolvimento inicial ou final/pré-corte, e na época de reprodução (geralmente com dois picos, um no final do inverno e outro no verão; Santos *et al.* 2006), a fim de evitar que a espécie seja perturbada e possa estar ativa nesses períodos. Outra ação passível de ser implementada seria manter alguma vegetação nos eucaliptais em fase de desenvolvimento inicial (em pequenos fragmentos). Se a vegetação não fosse removida em algumas áreas, irá providenciar refúgio para que a espécie possa ficar menos exposta aos principais fatores antropogénicos existentes nestes habitats, nomeadamente, à presença humana. Esta ação permitiria possivelmente aumentar o uso destas áreas, especialmente na época de reprodução, durante o período noturno e eventualmente durante os períodos crepusculares, tal como acontece em eucaliptais em fase de desenvolvimento intermédio.

As perturbações antropogénicas são frequentemente apontadas como os fatores que tem um maior impacto no padrão temporal da espécie, nomeadamente a prática de caça. No entanto, quando foi testado o efeito de dois níveis diferentes de intensidade de caça (*i.e.*, caça não intensiva e montarias), chegou-se à conclusão que estes não foram fatores determinantes para alterar o padrão de atividade da espécie. Em relação ao impacto das condições climáticas no padrão de atividade, o padrão detetado é semelhante tanto na época chuvosa como na seca, ou seja, não foram detetadas diferenças significativas entre as duas épocas. Duas hipóteses podem ter estado na base desta ausência de diferenças, nomeadamente a reduzida disponibilidade de recursos tróficos nas plantações de eucalipto ao longo do ano (Cruz *et al.* 2015) e a reduzida variação climática, com a ausência de situações extremas. Resumindo, é possível concluir que o javali, independentemente do contexto paisagístico, adotou ritmos de atividade maioritariamente noturnos (Keuling *et al.* 2008; Lemel *et al.* 2003; McIlroy 1989), o que poderá provavelmente ser uma estratégia que visa evitar/reduzir encontros com humanos.

7. Referências bibliográficas

- Adkins RN, Harveson LA. 2007. Demographic and spatial characteristics of feral hogs in the Chihuahuan Desert, Texas. *Human-Wildlife Conflicts* **1**:152-160.
- Acevedo P, Escudero, MA, Muñoz R, Gortázar, C. 2006. Factors affecting wild boar abundance across an environmental gradient in Spain. *Acta Theriologica* **51**: 327–336.
- Almeida A. 2016. Nicho temporal de mesocarnívoros numa área de montado de sobreiro: efeito do habitat e do ciclo lunar. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Alves AM, Pereira JS & Silva JMN. 2007. A introdução e a expansão do eucalipto em Portugal. ISAPress:13-60.
- Amaro A, Reed D, Tomé M & Themido I. 1998. Modeling dominant height growth: Eucalyptus plantations in Portugal. *Forest Science* **44**:37-46.
- Aschoff, J. 1966. Circadian activity pattern with two peaks. *Ecology* **47**:657–662.
- Barrios-Garcia MN, Ballari SA. 2012. Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. *Biological Invasions* **14**:2283–2300.
- Baskin LM, Danell K. 2003. Ecology of ungulates: a handbook of species in Eastern Europe and Northern and Central Asia. Springer, Berlin.
- Battaglia M, Beadle C, Loughhead S. 1996. Photosynthetic temperature responses of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus nitens*. *Tree Physiology* **16**:81–89.
- Blake JG, Mosquera D, Loiselle BA, Swing K, Guerra J & Romo D. 2012. Temporal activity patterns of terrestrial mammals in lowland rainforest of eastern Ecuador. *Ecotropica* **18**:137-146
- Blondel J, Aronson J, Bodiou J-Y, Boeuf G. 2010. The Mediterranean region. Biological diversity in space and time. Oxford University Press, Oxford.
- Boitani L, Mattei L, Nonis D, Corsi F. 1994. Spatial and activity patterns of wild boars in Tuscany, Italy. *Journal of Mammalogy* **75**:600-612.
- Briedermann L. 1971. Ermittlungen zur Aktivitätsperiodik des Mitteleuropäischen Wildschweines (*Sus scrofa* L.). *Der Zoologische Garten* **40**:302-327.
- Briedermann L. 1990. Schwarzwild. 2nd edition. Neumann-Neudamm, Melsungen.
- Brivio F, Grignolio S, Brogi R, Benazzi M, Bertolucci C, Apollonio M. 2017. An analysis of intrinsic and extrinsic factors affecting the activity of a nocturnal species: The wild boar. *Mammalian Biology* **84**:73–81.
- Bruinderink GWTAG, Hazebroek E. 1996. Wild boar (*Sus scrofa scrofa* L.) rooting and forest regeneration on podzolic soils in the Netherlands. *Forest Ecology and Management* **88**:71–80.
- Bugalho JF, Carvalho JS, Borges JF. 1984. Situation du Sanglier au Portugal. Pp. 112-121. In: CIC. Symposium sur le Sanglier du Conseil International de la Chasse. 5-11 Juillet.

- Cahill S, Llimona F, Gràcia J. 2003. Spacing and nocturnal activity of wild boar *Sus scrofa* in a Mediterranean metropolitan park. *Wildlife Biology* **9**:3-13.
- Caley P, Ottley, B. 1995. The effectiveness of hunting dogs for removing feral pigs (*Sus scrofa*). *Wildlife Research* **22**:147-154.
- Calviño-Cancela, Rubido-Bará MM & van Etten EJB. 2012. Do eucalypt plantations provide habitat for native forest biodiversity? *Forest Ecology and Management* **270**:153–162.
- Campbell TA & Long, DB. 2010. Activity patterns of wild boars (*Sus scrofa*) in southern Texas. *The southwestern naturalist* **55**:564-567.
- Carnevali L, Pedrotti L, Riga F, Toso, S. 2009. Ungulates in Italy. Status, distribution, abundance, management and hunting of ungulate populations in Italy. Report 2001 – 2005. *Biology and Conservation of Fauna* **117**:1-168.
- Carter N, Jasny M, Gurung B, Liu J. 2015. Impacts of people and tigers on leopard spatiotemporal activity patterns in a global biodiversity hotspot. *Global Ecology and Conservation* **3**:149-162.
- Carvalho F, Galantinho A, Mira A. 2011. Factors affecting small and middle-sized carnivore occurrence and abundance in Mediterranean agricultural landscapes: case studies in southern Portugal. Em Rosalino LM, Gheler-Costa C, editores: *Middle-Sized Carnivores in Agricultural Landscapes*. Nova Science Publishers, Inc.
- Casas-Díaz E, Closa-Sebastià F, Peris A, Miño A, Torrentó J, Casanovas R, Marco I, Lavín S, Fernández-Llario P, Serrano E. 2013. Recorded dispersal of wild boar (*Sus scrofa*) in northeast Spain: implications for disease-monitoring programs. *Wildlife Biology in Practice* **9**:19-26.
- Castillo-Contreras R, Carvalho J, Serrano E, Mentaberre G, Fernández-Aguilar X, Colom A, González-Crespo C, Lavín S, López-Olvera JR. 2018. Urban wild boars prefer fragmented areas with food resources near natural corridors. *Science of the Total Environment* **615**:282–288.
- Challies CN. 1975. Feral pigs (*Sus scrofa*) on Auckland Island: status, and effects on vegetation and nesting sea birds. *New Zealand Journal of Zoology* **2**:479-490.
- Ciuti S, Northrup JM, Muhly TB, Simi S, Musiani M, Pitt JA, Boyce MS. 2012. Effects of Humans on Behaviour of Wildlife Exceed Those of Natural Predators in a Landscape of Fear. *PLOS ONE* **7**:e50611.
- Clinchy M, Zanette LY, Roberts D, Suraci JP, Buesching CD, Newman C, Macdonald DW. 2016. Fear of the human “super predator” far exceeds the fear of large carnivores in a model mesocarnivore. *Behavioral Ecology* **27**:1826-1832.
- Conover MR. 2001. Effect of hunting and trapping on wildlife damage. *Wildlife Society Bulletin* **29**: 521–532.
- Correia T. 1993. Land abandonment: changes in the land use patterns around the Mediterranean basin. *Cahiers Options Méditerranéennes* **1**:97-112.
- Crompton AW, Taylor CR & Jagger JA. 1978. Evolution of homeothermy in mammals. *Nature* **272**:333–336.

- Cruz J, Sarmiento P, White PCL. 2015. Influence of exotic forest plantations on occupancy and co-occurrence patterns in a Mediterranean carnivore guild. *Journal of Mammalogy* **96**:854-865.
- Cuevas MF, Novillo A, Campos C, Dacar MA, Ojeda RA. 2010. Food habits and impact of rooting behaviour of the invasive wild boar, *Sus scrofa*, in a protected area of the Monte Desert, Argentina. *Journal of Arid Environments* **74**:1582-1585.
- Da Silva LP, Heleno RH, Costa JM, Valente M, Mata VA, Gonçalves SC, da Silva AA, Alves J, Ramos JA. 2019. Natural woodlands hold more diverse, abundant, and unique biota than novel anthropogenic forests: a multi-group assessment. *European Journal of Forest Research* **138**:461-472.
- Davis ML, Kelly MJ, Stauffer DF. 2011. Carnivore co-existence and habitat use in the Mountain Pine Ridge Forest Reserve, Belize. *Animal Conservation* **14**:56–65.
- De Mendoza JH *et al.* 2006. Bovine tuberculosis in wild boar (*Sus scrofa*), red deer (*Cervus elaphus*) and cattle (*Bos taurus*) in a Mediterranean ecosystem (1992–2004). *Preventive Veterinary Medicine* **74**:239-247.
- Dorning J, Harris S. 2019. The challenges of recognising individuals with few distinguishing features: Identifying red foxes *Vulpes vulpes* from camera-trap photos. *PloS one* **14**:e0216531.
- Dotta G, Verdade LM. 2011. Medium to largesized mammals in agricultural landscapes of South-Eastern Brazil. *Mammalia* **75**:345-352.
- Dröge E, Creel S, Becker MS, M'soka J. 2017. Spatial and temporal avoidance of risk within a large carnivore guild. *Ecology and Evolution* **7**:189-199.
- Tibshirani RJ, Efron B. 1993. An introduction to the bootstrap. *Monographs on statistics and applied probability* **57**:1-436.
- Fattorini N, Ferretti F. 2020. Estimating wild boar density and rooting activity in a Mediterranean protected area. *Mammalian Biology* **100**: 241–251.
- Fonseca C, Santos P, Monzón A, Bento P, Alves da Silva A, Alves J, Silvério A, Soares AMVM, Petrucci-Fonseca F. 2004. Reproduction in the wild boar (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) populations of Portugal. *Galemys* **16**:53-65.
- Fonseca C, da Silva AA, Alves J, Vingada J, Soares AMVM. 2010. Reproductive performance of wild boar females in Portugal. *European Journal of Wildlife Research* **57**:363–371.
- Foster VC, Sarmiento P, Sollmann R, Tôrres N, Jácomo ATA, Negrões N, Fonseca C & Silveira L. 2013. Jaguar and Puma Activity Patterns and Predator-Prey Interactions in Four Brazilian Biomes. *Biotropica* **45**:373–379.
- Frantz L, Meijaard E, Gongora J, Haile J, Groenen MAM, Larson G. 2016. The Evolution of Suidae. *Annual Review of Animal Biosciences* **4**:61–85.
- Fuentes MV, Sáez S, Trellis M, Cruz J, Sarmiento P, Casanova JC, Torres J, Feliu C, Esteban JG. 2003. Helminthfauna of small mammals (Insectivora, Rodentia) collected in the Serra da Malcata (Portugal). *Revista Ibérica de Parasitología* **63**:89-92.

- Garcia HMGDS. 2017. A floresta em Portugal. Causas e consequências da expansão do Eucalipto. Caso de estudo: O concelho de Torres Vedras. Dissertação de Mestrado. Universidade NOVA de Lisboa, Lisboa.
- Gaynor KM., Hojnowski CE, Carter NH, Brashares JS. 2018. The influence of human disturbance on wildlife nocturnality. *Science* **360**:1232-1235.
- Gerkema MP, Davies WI, Foster RG, Menaker M & Hut RA. 2013. The nocturnal bottleneck and the evolution of activity patterns in mammals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **280**:20130508
- Glikman JA & Frank B. 2011. Human dimensions of wildlife in Europe: the Italian way. *Hum Dimens Wildl* **16**:368 – 377.
- Gomes D. 2015. Estado actual da comunidade de mesocarnívoros no montado da Serra de Grândola: distribuição e abundância relativa. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Gortázar C, Ferroglio E, Höfle U, Frölich K, Vicente J. 2007. Diseases shared between wildlife and livestock: a European perspective. *European Journal of Wildlife Research* **53**:241–256.
- Graça MA, Pozo J, Canhoto C & Elozegi A. 2002. Effects of Eucalyptus plantations on detritus, decomposers, and detritivores in streams. *TheScientificWorldJournal* **30**:1173-1185.
- Graitson E, Barbraud C, Bonnet X. 2019. Catastrophic impact of wild boars: insufficient hunting pressure pushes snakes to the brink. *Animal Conservation* **22**:165-176.
- Graves HB. 1984. Behavior and Ecology of Wild and Feral Swine (*Sus scrofa*). *Journal of Animal Science* **58**:482–492.
- Haines AM, Janečka JE. 2006. Activity periods of photo-captured mammals in north central Thailand/Périodes d'activité des mammifères photo-capturés en Thaïlande. *Mammalia* **2006**:306-309.
- Heesy CP, Hall MI. 2010. The nocturnal bottleneck and the evolution of mammalian vision. *Brain, Behavior and Evolution* **75**:195–203.
- Herrero J, García-Serrano A, Couto S, Ortuño VM & García-González R. 2006. Diet of wild boar *Sus scrofa* L. and crop damage in an intensive agroecosystem. *European Journal of Wildlife Research* **52**:245–250.
- Hiby L, Lovell P, Patil N, Kumar NS, Gopalaswamy AM, Karanth KU. 2009. A tiger cannot change its stripes: using a three-dimensional model to match images of living tigers and tiger skins. *Biology letters* **5**:383-386.
- ICNF. 2013. Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental. Resultados preliminares. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Lisboa.
- ICNF. 2019. IFN6 – Principais resultados – relatório sumário. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Lisboa.
- Ikeda T, Uchida K, Matsuura Y, Takahashi H, Yoshida T, Kaji K, Koizumi I. 2016. Seasonal and diel activity patterns of eight sympatric mammals in northern Japan revealed by an intensive camera-trap survey. *PloS one* **11**:e0163602.

- Kamler JF, Jędrzejewska B, Jędrzejewski W. 2007. Activity patterns of red deer in Białowieża National Park, Poland. *Journal of Mammalogy* **88**:508-514.
- Keuling O, Stier N, Roth M. 2008. How does hunting influence activity and spatial usage in wild boar *Sus scrofa* L.? *European Journal of Wildlife research* **54**:729.
- Labudzki L, Wlazelko M. 1991. Saisonale Dynamik der vom Schwarzwild im Feldanbau verursachten Schäden im Forschungsgebiet Zielonka. *Zeitschrift Fur Jagdwissenschaft* **37**:250–257.
- Leaper R., Massei G, Gorman ML, Aspinall R. 1999. The feasibility of reintroducing Wild Boar (*Sus scrofa*) to Scotland. *Mammal Review* **29**:239-258.
- Lemel J, Truvé J, Söderberg B. 2003. Variation in ranging and activity behaviour of European wild boar *Sus scrofa* in Sweden. *Wildlife Biology* **9**:29-36.
- Linkie M, Ridout MS. 2011. Assessing tiger – prey interactions in Sumatran rainforests. *Journal of Zoology* **284**:224– 229.
- Liu F, McShea WJ, Garshelis DL, Zhu XJ, Wang D, Shao LK. 2011. Human-wildlife conflicts influence attitudes but not necessarily behaviors: factors driving the poaching of bears in China. *Biological Conservation* **144**:538-547.
- Lopes F & Borges J. 2004. Wild boar in Portugal. *Galemys* **16**: 243-251.
- MacKenzie DI, Nichols JD, Royle JA, Pollock KH, Bailey L, Hines JE. 2006. Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence. Elsevier, Burlington, MA.
- Maffei L, Cuéllar E & Noss A. 2004. One Thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-Iya National Park. *Journal of Zoology* **262**:295-304.
- Maor R, Dayan T, Ferguson-Gow H & Jones KE. 2017. Temporal niche expansion in mammals from a nocturnal ancestor after dinosaur extinction. *Nature Ecology & Evolution* **1**:1889-1895.
- Martin PS, Gheler-Costa C, Lopes PC, Rosalino LM, Verdade LM. 2012. Terrestrial non-volant small mammals in agro-silvicultural landscapes of Southeastern Brazil. *Forest Ecology and Management* **282**:185–195.
- Masayuki S, Koike F. 2013. Distribution of Wild Mammal Assemblages along an Urban – Rural – Forest Landscape Gradient in WarmTemperate East Asia. *PloS ONE* **8**:1-11.
- Massei G, Genov PV. 2004. The environmental impact of wild boar. *Galemys* **16**:135-145.
- Massei G, Genov P, Staines BW. 1996. Diet, food availability and reproduction of wild boar in a Mediterranean coastal area. *Acta Theriologica* **41**:307-320.
- Massei G, Genov PV, Staines BW & Gorman ML. 1997. Factors influencing home range and activity of wild boar (*Sus scrofa*) in a Mediterranean costal area. *Journal of Zoology (London)* **242**:411–423.
- Massei G, Kindberg J, Licoppe A, Gačić D, Šprem N, Kamler J, Baubet E, Hohmann U, Monaco A, Ozoliņš J, Cellina S, Podgórski T, Fonseca C, Markov N, Pokorný B, Rosell C, Náhlik A. 2014. Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. *Pest Management Science* **71**:92–500.

- Massei G, Roy S, Bunting R. 2011. Too many hogs? A review of methods to mitigate impact by wild boar and feral hogs. *Human-Wildlife Interactions* **5**:79-99.
- Massei G et al. 2015. Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. *Pest Management Science* **71**: 492–500.
- Mauget R, Pepin D. 1985. La puberté chez le sanglier: étude préliminaire du rôle de l'alimentation. Pp. 191-197. En: XVIIth Congress of the International Union of Game Biologists. Brussels.
- McIlroy JC. 1989. Aspects of the ecology of feral pigs (*Sus scrofa*) in the Murchison area, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* **12**:11–22.
- Meireles C, Gonçalves P, Rego F, Silveira S. 2005. Estudo da Regeneração Natural das Espécies Arbóreas Autóctones na Reserva Natural da Serra da Malcata. *Silva Lusitana* **13**:217 – 231.
- Meriggi A, Sacchi O. 1992. Factors affecting damage by wild boars to cereal fields in Northern Italy. “Ongulés/Ungulates 91”. Proceedings of the International Symposium, Toulouse, pp 439– 441.
- Meynhardt H. 1989. Schwarzwild-Bibliothek 2: Das Revier. Neumann-Neudamm, Melsungen.
- Meynhardt H. 1990. Schwarzwild-Report. 8th edition. Neumann, Leipzig, Radebeul.
- Morelle K. 2015. Wild boar movement ecology across scales: Insights from a population expanding into agroecosystems of Southern Belgium. Doctoral dissertation. Université de Liège, Liège.
- Morelle K, Fattebert J, Mengal C, Lejeune P. 2016. Invading or recolonizing? Patterns and drivers of wild boar population expansion into Belgian agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **222**:267-275.
- Morelle K, Podgórski T, Prévot C, Keuling O, Lehaire F, Lejeune P. 2015. Towards understanding wild boar *Sus scrofa* movement: a synthetic movement ecology approach. *Mammal Review* **45**:15-29.
- Muñoz L. 2016. A novel approach to reduce fire exposure and promote nature conservation in Mediterranean Ecosystems: the case study of Reserva Natural da Serra da Malcata, Portugal. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Noonan MJ, Markham A, Newman C, Trigoni N, Buesching CD, Ellwood SA, Macdonald DW. 2014. Climate and the individual: Inter-annual variation in the autumnal activity of the European badger (*Meles meles*). *PLoS ONE* **9**:e83156.
- Nores C, Llaneza L, Álvarez Á. 2008. Wild boar *Sus scrofa* mortality by hunting and wolf *Canis lupus* predation: an example in northern Spain. *Wildlife Biology* **14**:44–51.
- Ogurtsov SS, Zheltukhin AS, Kotlov IP. 2018. Daily activity patterns of large and medium-sized mammals based on camera traps data in the Central Forest Nature Reserve, Valdai Upland, Russia. *Nature Conservation Research* **3**:68-88.
- Ohashi H, Saito M, Horie R, Tsunoda H, Noba H, Ishii H, Kuwabara T, Hiroshige Y, Koike S, Hoshino Y, Kaji K & Toda H. 2013. Differences in the activity pattern of the wild boar *Sus scrofa* related to human disturbance. *European Journal of Wildlife Research* **59**:167-177.

Otero I, Marull J, Tello E, Diana GL, Pons M, Coll F, Boada M. 2015. Land abandonment, landscape, and biodiversity: questioning the restorative character of the forest transition in the Mediterranean. *Ecology and Society* **20**:1-15.

Pagon N, Grignolio S, Pipia A, Bongi P, Bertolucci C, Apollonio M. 2013. Seasonal variation of activity patterns in roe deer in a temperate forested area. *Chronobiology International* **30**:772-785.

Penteado M. 2006. Distribuição e abundância de aves em relação ao uso da terra na bacia do rio Passa-Cinco, Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Pipia A, Ciuti S, Luchetti S, Grignolio SM, Luchetti S, Madau R, Apollonio. 2008. Influence of sex, season, temperature and reproductive status on daily activity patterns in Sardinian mouflon (*Ovis orientalis musimon*). *Behaviour* **145**:1723-1745.

Podgórski T, Baś G, Jędrzejewska B, Sönnichsen L, Śnieżko S, Jędrzejewski W, Okarma H. 2013. Spatiotemporal behavioral plasticity of wild boar (*Sus scrofa*) under contrasting conditions of human pressure: primeval forest and metropolitan area. *Journal of Mammalogy* **94**:109-119.

Ramírez PA, Simonetti JA. 2011. Conservation opportunities in commercial plantations: the case of mammals. *Journal for Nature Conservation* **19**:351-355.

Refinetti R. 2008. The diversity of temporal niches in mammals. *Biological Rhythm Research* **39**:173-192.

Ridout MS, Linkie M. 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* **14**:322-337.

Rivas-Martínez S, A Penas, TE Díaz. 2004. Bioclimatic map of Europe: thermoclimatic belts. Servicio Cartográfico de la Universidad de León, León, Espanha.

Rosell C, Fernández-Llario P, Herrero J. 2001. El jabalí (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758). *Galemys* **13**:1-25

Russo L, Massei G, Genov PV. 1997. Daily home range and activity of wild boar in a Mediterranean area free from hunting. *Ethology Ecology & Evolution* **9**:287-294.

Sáez-Royuela C, Tellería JL. 1986. The increased population of the Wild Boar (*Sus scrofa* L.) in Europe. *Mammal Review* **16**:97-101.

Santos P, Fernández-Llario P, Fonseca C, Monzón A, Bento P, Soares AMVM, Mateos-Quesada P, Petrucci-Fonseca F. 2006. Habitat and reproductive phenology of wild boar (*Sus scrofa*) in the western Iberian Peninsula. *European Journal of Wildlife Research* **52**:207-212.

Sarmento P, Cruz J, Eira C, Fonseca C. 2009. Habitat selection and abundance of common genet *Genetta genetta* using camera capture-mark-recapture data. *European Journal of Wildlife Research* **56**:59-66.

Schley L, Roper TJ. 2003. Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. *Mammal Review* **33**:43-56.

Schley L, Dufrêne M, Krier A & Frantz AC. 2008. Patterns of crop damage by wild boar (*Sus scrofa*) in Luxembourg over a 10-year period. *European Journal of Wildlife Research* **54**:589.

- Scillitani L, Monaco A, Toso S. 2010. Do intensive drive hunts affect wild boar (*Sus scrofa*) spatial behaviour in Italy? Some evidences and management implications. *European Journal of Wildlife Research* **56**:307-318.
- Shamoon H, Maor R, Saltz D, Dayan T. 2018. Increased mammal nocturnality in agricultural landscapes results in fragmentation due to cascading effects. *Biological Conservation* **226**:32-41.
- Singer F, Swank W, Clebsch EEC. 1984. Effects of Wild Pig Rooting in a Deciduous Forest. *The Journal of Wildlife Management* **48**:464-473.
- Sodeikat G, Pohlmeier K. 2003. Escape movements of family groups of wild boar *Sus scrofa* influenced by drive hunts in Lower Saxony, Germany. *Wildlife Biology* **9**:43-49.
- Stanturf JA, Vance ED, Fox TR, Kirst M. 2013. Eucalyptus beyond its native range: Environmental issues in exotic bioenergy plantations. *International Journal of Forestry Research* **2013**:1-5.
- Stokes MK, Slade NA, Blair SM. 2001. Influences of weather and moonlight on activity patterns of small mammals: a biogeographical perspective. *Canadian Journal of Zoology* **79**:966-972.
- Swann DE, Hass CC, Dalton DC, Wolf SA. 2004. Infrared-Triggered Cameras for Detecting Wildlife: An Evaluation and Review. *Wildlife Society Bulletin* **32**:357–365.
- Tack J. 2018. Wild boar (*Sus scrofa*) populations in Europe. A scientific review of population trends and implications for management. European Landowners' Organization, Brussels.
- Taghdisi M, Mohammadi A, Nourani E, Shokri S, Rezaei A, Kaboli M. 2013. Diet and habitat use of the endangered Persian leopard (*Panthera pardus saxicolor*) in northeastern Iran. *Turkish Journal of Zoology* **37**:554-561.
- Teixeira D, Carrilho M, Mexia T, Köbel M, Santos MJ, Santos-Reis M & Rosalino LM. 2017. Management of Eucalyptus plantations influences small mammal density: Evidence from Southern Europe. *Forest Ecology and Management* **385**:25-34.
- Thurfjell H, Spong G, Ericsson G. 2013. Effects of hunting on wild boar *Sus scrofa* behaviour. *Wildlife Biology* **19**:87-93.
- Timo TP, Lyra-Jorge MC, Gheler-Costa C, Verdade LM. 2015. Effect of the plantation age on the use of Eucalyptus stands by medium to large-sized wild mammals in south-eastern Brazil. *iForest-Biogeosciences and Forestry* **8**:108-113.
- Vajas P, Calenge C, Richard E, Fattebert J, Rousset C, Saïd S, Baubet E. 2020. Many, large and early: Hunting pressure on wild boar relates to simple metrics of hunting effort. *Science of the Total Environment* **698**:134251.
- van der Vinne V, Riede SJ, Gorter JA, Eijer WG, Sellix MT, Menaker M, Daan S, Pilorz V, Hut RA. 2014. Cold and hunger induce diurnality in a nocturnal mammal. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **111**:15256-15260.
- Vilella M, Ferrandiz-Rovira M, Sayol. 2020. Coexistence of predators in time: Effects of season and prey availability on species activity within a Mediterranean carnivore guild. *Ecology and evolution* **10**:11408-11422.

Virgós E. 2002. Factors affecting wild boar (*Sus scrofa*) occurrence in highly fragmented Mediterranean landscapes. Canadian Journal of Zoology **80**:430-435.

Wagner RG, Little KM, Richardson B & McNabb K. 2006. The role of vegetation management for enhancing productivity of the world's forests. Forestry **79**: 57-79.

Zhang J et al. 2017. Modeling activity patterns of wildlife using time-series analysis. Ecology and Evolution **7**:2575-2584.

8. Anexos

Anexo 8.1 – Registos fotográficos da espécie-alvo e de outras espécies, que foram detetadas no decurso do período de amostragem, nas oito áreas amostradas.

Espécie-alvo (*Sus scrofa*)



Outras espécies silvestres

Corço (*Capreolus capreolus*)



Veado (*Cervus elaphus*)



Raposa (*Vulpes vulpes*)



Fuinha (*Martes foina*)



Sacarrabos (*Herpestes ichneumon*)



Texugo (*Meles meles*)



Coelho-bravo (*Oryctolagus cuniculus*)



Rato-do-campo (*Apodemus sylvaticus*)



Geneta (*Genetta genetta*)



Lebre-comum (*Lepus granatensis*)



Anexo 8.2 - Coeficiente de sobreposição ($\Delta 4$) dos padrões de atividade em eucaliptais e ambientes nativos, entre as diferentes fases de exploração do eucaliptal, entre os diferentes níveis de intensidade de caça e entre as diferentes épocas do ano, com o correspondente intervalo de confiança a 95%.

Par	Coeficiente $\Delta 4$	Nível de Sobreposição	IC 95%
Eucaliptal – Floresta nativa	0.86	Elevado	[0.79 0.92]
Inicial - Intermédio	0.63	Moderado	[0.52 0.99]
Inicial - Final	0.51	Moderado	[0.46 1.05]
Intermédio - Final	0.63	Moderado	[0.53 0.98]
Época chuvosa – Época seca	0.87	Elevado	[0.83 - 0.98]
Época de caça intensiva – Época de caça não intensiva	0.74	Moderado	[0.63 – 0.88]

Anexo 8.3 - Número de observações de cada fator de perturbação antropogénica direta em cada uma das áreas de estudo.

